(3)

JUL 1954
LIBRARY
FOFI
FISH & WILDLIFE
SERVICE

農林省
水産講習所研究報告

p.217
p.235
p.239
p.247

第3巻　第3号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. 3 No. 3

農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和29年3月発行)

Published by
the Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Japan.
MARCH, 1954

目　　次

網糸の研究（II）

糸の機械的性質に就いて（I）・・・・・・・・増崎謙二・深沢文雄・・・1

孵化用水の温度変化がドジョウ卵孵化に及ぼす影響に就いて

・・・・・・・・久保田善次郎・松井　魁・・・9

太平洋南西海区とハワイ沿海に於けるキハダマグロの形態上の比較・・鶴田三郎・・・17

テングサの増殖に関する研究—VI

マクサ胞子の着生について（1）・・・・・・片田　実・松井敏夫・・・29

橈脚類 *Calanus darwinii* の形態特に生殖器官に関する二、三の観察

・・・・・・・・・・・・・・千葉卓夫・・・35

北洋鮭鱒漁場に於けるプランクトンの分布について・・鶴田新生・千葉卓夫・・・39

中部太平洋鮪漁場のプランクトンについて・・・・・・鶴田新生・千葉卓夫・・・47

内海産ハモ属二種の比較形態学的研究・・高井　徹・吉岡俊夫・前川兼祐・八柳健郎・55
（水産講習所）　（山口県内海水産試験場）

日本産発電魚類の研究

1）メガネカスベ *Raja pulchra* Liu の発電器官の構造

・・・・・・・・・石山礼蔵・桑原誠之・・・75

Occurrence of Luminous Organs on the Tongue of two Scopelid Fishes, *Neoscopelus macrolepidotus* and *N. microchir.* ・・ Seishi KUWABARA・・・83

鮎（*Plecoglossus altivelis* T. & S.）の成長に伴う消化酵素系の変化に就いて

・・・・・・・・・・・・・・武居　薫・・・89

網糸の研究* (II)

糸の機械的性質に就いて(I)

増崎謙二・深沢文雄

Study on the Netting Cord
On the Mechanical Properties of Strand—I

By
Kenji MASUZAKI and Fumio FUKAZAWA

In order to investigate into the mechanical properties of netting cords, we observed the arrangements of the fiber in strand, the forces caused in each fiber and the elongation-mechanism of a loaded strand, etc.

As the results of the above mentioned observation, we admitted that the results of our experiments are considerably in accordance with the theoretical considerations made in case of the mono-filament yearn strands.

Moreover, the contraction of the diameter of a strand is influenced by Poisson's ratio and the deformation of fibers due to the compression between each fiber.

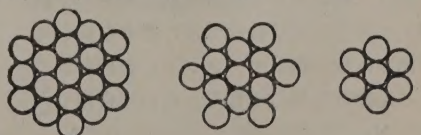
緒　　言

本研究に就いては，最近漁網として次第に用いられつゝある合成繊維で作られた糸（トワイン或はロープ）の機械的な性質を研究する為に，比較的に幾何学的に正しい円形断面を有し，而も繊維の不同が少いサランの糸に就いて，繊維の配列，繊維にかかる力の分布，或は伸びの機構等に就いて考察して見た。尚実験試料は日本漁具漁網株式会社の研究部より提供された，サランのトワイン 1．750d×9×3，2．750d×12×3，3．750d×15×3，4．750d×18×3，5．750d×21×3，6．750d×24×3の6種を用いた。

1．ストランドを構成する繊維の配列

Fig. 1. の如くストランドを構成する繊維の配列が中心に心線を考えその周囲に6本の繊維が配列して方一列（$n'=1$）を作り更にその周囲に 12 本の繊維が配列して第二列（$n'=2$）を作つていると考えると，こうした一聯の関係は繊維の直径 do＝0.250mmの場合，Fig. 2 の如きnとストランドの外径 Do の関係で表され，1,2,3,4,5,6 の試料に就いての測定結果は○印で示した如くに現われてくる。此の場合測定値が僅かに大きく出

Fig. 1. Arrangements of fiber



$n=19$	$n=12$	$n=7$
$n'=1,2$	$n'=1,2$	$n'=1$
$n''=2$	$n''=2.417$	$n''=1$

* 水産講習所研究業績第７２号

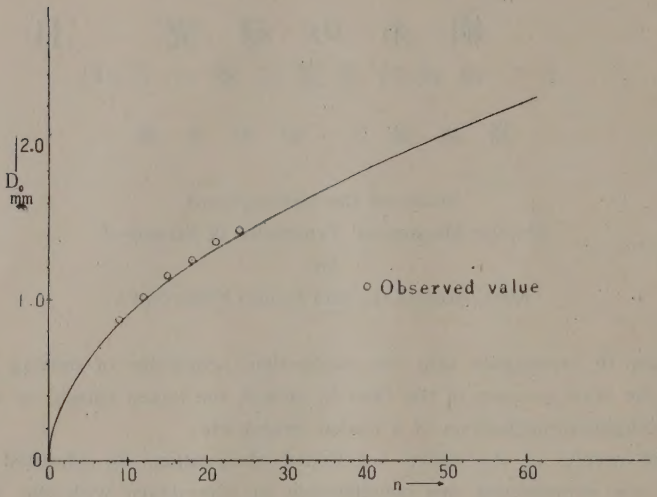


Fig. 2. Relation between D_0 and n

ているのは，此の測定が顕微鏡下で無荷重でなされた為，繊維間の遊びの影響がきいてきたものと思われる。此の遊びの影響を考慮すれば，こうした配列を考え，こうした外径を用うる事は妥当であるとしてよい。此の場合 1,2,3,4,5,6 のストランドの列数 n'' は Table 1 の如くなる。

Table 1.

$n=9$,	$n''=1.167$
$n=12$,	$n''=1.417$
$n=15$,	$n''=1.667$
$n=18$,	$n''=1.917$
$n=21$,	$n''=2.111$
$n=24$,	$n''=2.278$

2. 繊維の受持つ力

糸は一般にヤーンを数本取り集めて下撚 M をかけ之を三子合せて逆に撚りを戻して下撚りに依る捩りモーメントの影響がなくなる迄撚りを戻して作る。此の場合戻した撚り N_2 が上撚りとなつている。此の N_1-N_2 は一般に n が増加する程少である。即ちヤーンの描く螺線のピッチ a は n が大なる程大さい。此の関係を Fig. 3 に示す。

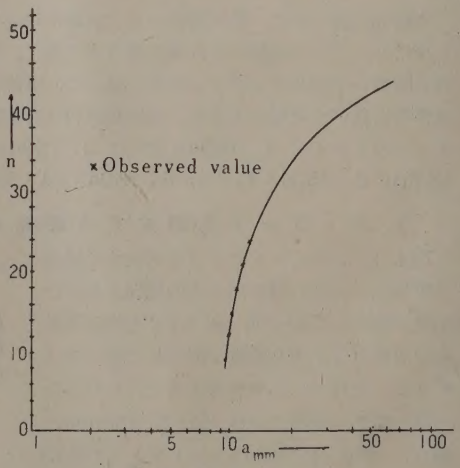


Fig. 3. Relation between n and a

此の撚り数が適当であるか否かは繊維の不同率，繊維間の摩擦力，繊維の長さ（短かい繊維の場合）或は繊維の捩りに対する強さ等に依て決めねばならぬ問題であるが此の事に関しては此

所では論じない。

今 n=7 の場合に就いて，ストランドに荷重 P がかかつた場合，心線にかかる荷重をP_s，$n'=1$ の列にかかる荷重を P_x とし，繊維の断面積を A，繊維のヤング率を E とすると，$P_s=AE\varepsilon_s$，$P_x=6AE\varepsilon_x$，此所でε_s，ε_xはストランドの歪がε_sの時，心線及び$n'=1$ の列の繊維の歪である。今長さ l なるストランドが $\triangle l$ 丈け伸びた場合を考えると

$$\varepsilon_x = \frac{l+\triangle l/\sin(\alpha+\triangle\alpha)-l/\sin\alpha}{l/\sin\alpha}$$

但し α は螺線に引いた接線とストランドの軸に垂直な面とのなす角である。

これは螺線の半径の変化を無視した式である。

$$\therefore\ \varepsilon_x=\varepsilon_s-\varepsilon_s\ \cos^2\alpha\ (1+\varepsilon_s)\ /1+\varepsilon_s\cos^2\alpha$$

$$\therefore\ P_x=6AE\varepsilon_x=6\ \{\varepsilon_s-\varepsilon_s\cos^2\alpha\ (1+\varepsilon_s)\ /1+\varepsilon_s\cos^2\alpha\}\ AE$$

$$\therefore\ P_x/P_s=6\sin^2\alpha/1+\varepsilon_s\cos^2\alpha$$

故に荷重が極めて少い場合には $P_x/P_s=6\sin^2\alpha_0$ 但し $\alpha_0=\tan^{-1}a/2\pi d_0$

同様にして $n=19$ の場合は，$n'=2$ の列にかかる荷重を Py，螺線に引いた接線とストランドの軸に垂直な面とのなす角を β とすると

$$Py/P_s=12\sin^2\beta/1+\varepsilon_s\cos^2\beta,$$

∴ 荷重が少い場合は$Py/P_s=12\sin^2\beta_0$　　但 $\beta_0=\tan^{-1}a/4\pi d_0$

$n=37$ の場合は $n'=3$ の列にかかる荷重を Pz，同様な角を γ とすると

$$Pz/P_s=18\sin^2\gamma/1+\varepsilon_s\cos\gamma,$$

∴ 荷重が少い場合は$Pz/P_s=18\sin^2\gamma_0$　　但 $\gamma_0=\tin^{-1}a/6\pi d_0$

同様な事を $n=a$，$n=12$，$n=15$，$n=18$,$n=21$，$n=24$ について試みしかも繊維1本に就いて心線にかかる力とその周囲に位する繊維にかかる力との比 P'/P_s の分布を各 n 及びn' について計算すると，Fig.4 で示す様な力の分布をなしている。此の場合 α,β,γ はストランドの引張による繊維相互間の圧縮力，繊維の軸方向の伸びに伴う径の縮少（ポアソン比）及び繊維自体の軸方向の伸びに依り変化するものであり，此の α，β，γ の変化に伴つて荷重が極めて少い場合の力の分布状態 Fig. 4 は当然変化しなければならない。而し乍ら簡単の為，此の力の分布状態は使用状態迄の荷重に対しては変らないものとして以下の推論を進める。

3. ストランドの伸びに伴う繊維相互の圧縮

螺線を描く一本の繊維を引張すると繊維には曲げモーメントと捩りモーメントが働き螺線の半径は縮少する。ストランドを引張した場合には此の半径の縮少はその内側の繊維の為に抵抗を受けて繊維相互の間に大きな圧縮力を生ずる。此の圧縮力を各繊維の受持つ力及び α，β，γ より計算すれば

$$p_1=P'_1\ \cos\alpha/r_1\quad n'=1\qquad 但\ \ 6P'_1=P_x$$

$$p_2=P'_2\ \cos\beta/r_2\quad n'=2\qquad 但\ \begin{matrix}12(n''-1)P'_2=P_y\ (19\geqq n>7)\\ 12P'_2=Py\qquad\qquad (37\geqq n>19)\end{matrix}$$

$$p_3=P'_3\ \cos\gamma/r_3\quad n'=3\qquad 但\ 18(n''-2)P'_3=Pz\ (37\leqq n>19)$$

此所で P'_1，P'_2，P'_3 は $n'=1$，$n'=2$，$n'=3$ の列の繊維1本の受持つ力。r_1，r_2，r_3 は各列の螺線の半径，

此所で $7\geqq n$ の場合，圧縮力は p_1 でよいが $19\geqq n>7$ の場合は $n'=1$ の列の圧縮力は p_1 の外に $n'=2$ の列による圧縮力 $p_2=(n''-1)\ P'_2\cos\beta/r_2$ をも合せて加はつている為合計の

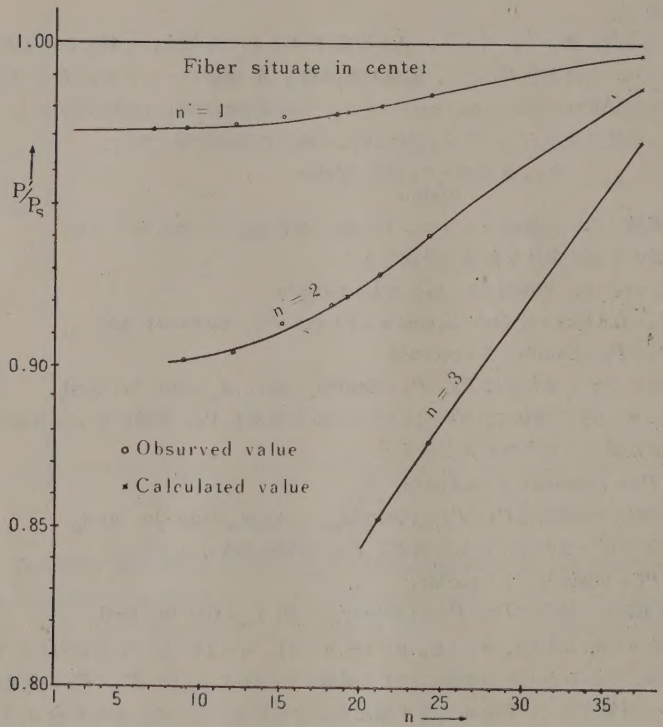


Fig. 4.　Distribution of P'/Ps in each fiber

圧縮力は $p'_1 = \{P'_1\cos\alpha / r_1 + (n''-1)P'_2\cos\beta / r_2\}$ となる。今 α, β, γ は荷重の極めて少い場合の値を用い $\alpha=\alpha_0$, $\beta=\beta_0$, $\gamma=\gamma_0$, $r_1=d_0$, $r_2=2d_0$, $r_3=3d_0$ として計算すると，

$19 \geqq n > 7$ の時は，

$n'=1$ では $p'_1 = 1/d_0 \{P'_1\cos\alpha_0 + (n''-1)P'_2\cos\beta_0/2\}$

$n'=2$ では $p'_2 = P'_2\cos\beta_0/2d_0$

同様にして $37 \geqq n > 19$ の時は

$n'=1$ では $p'_1 = 1/d_0 \{P'_1\cos\alpha_0 + P'_2\cos\beta_0/2 + (n''-2)P'_3\cos\gamma_0/3\}$

$n'=2$ では $p'_2 = 1/d_0 \{P'_2\cos\beta_0/2 + (n''-2)P'_2\cos\gamma_0/3\}$

$n'=3$ では $p'_3 = P'_3\cos\gamma_0/3d_0$

これ等の式を各 n について計算した結果を Fig. 5 に示す。これは荷重の極めて少い場合の p'/P_s の分布であるが，此の分布の変化に依る D の変化は小さいから，此の分布を各荷重の場合の分布として D の縮少を計算する。

ストランドを引張ると此の様な圧縮力による繊維の断面の変形の為にも r は縮少せねばならない。今内圧 p が働いた場合，接触した繊維と繊維の近よりを ξ とすれば $\xi = KP'^{2/3}$ なる関係が成立つ。此の関係は HERTZ が弾性球と弾性球との接触による近よりの式として求めたものであるから，此の場合常数 K に幾分の補正を加えなければならない。即ち K の値は

HERTZ の理論より導いた値より小なる値でなければならない。今 HERTZ の理論式を書いて見ると，両弾性体が等質等径である場合には

$$\xi=\{9\pi^2/16\cdot P^2(2k)^2d/d^24\}^{1/3}$$
$$=(9\pi^2k^2P^2/d)^{1/3}$$

但 $k=2(1-m^2)/\pi E$　m はポアソン比

此の式に m=0.2　d=0.250 を代入して計算すると

$K=K'E^{-2/3}$　$K'=3.72$　となる。即ち K はヤング率に依て変る常数である。

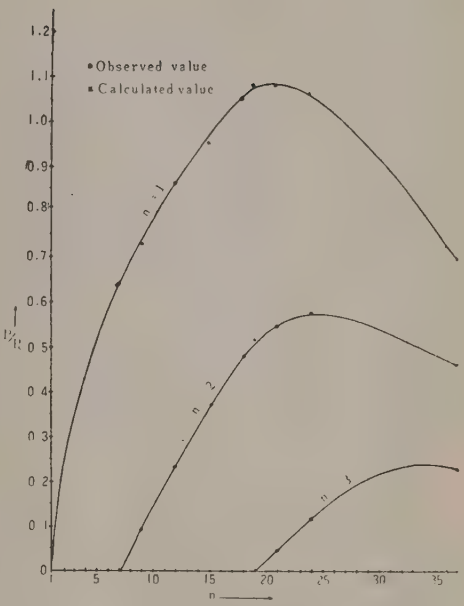


Fig. 5.　Distribution of P/Ps between each fiber

4．螺線の半径rの変化

ストランドに P なる力を加えた場合，螺線の半径 r は繊維にかかる荷重に依る伸びに伴う繊維の径の縮少と，繊維相互の圧縮力に依る繊維の変形による近より ξ との和であると考え，$19\geqq n>7$ に対して $n'=2$ の螺線の半径は，

$$r_2=d_0\{1-m\varepsilon_sP'_1/P_s-Kp'_1{}^{2/3}\}+n''d_0/2\{1-m\varepsilon_sP'_2/P_s-Kp'_2{}^{2/3}\}$$

であらわされる。次に $n'=1$ の螺線の半径は

$$r_1=d_0\{1-m\varepsilon_sP'_1/P_s-Kp'_1{}^{2/3}\}$$

これ等の式に各 n の数値を入れて計算すると

$n=9$　$r_2=0.396-0.075\ \varepsilon_s-0.041\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$
　　$r_1=0.250-0.049\ \varepsilon_s-0.025\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$
$n=12$　$r_2=0.427-0.081\ \varepsilon_s-0.047\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$
　　$r_1=0.250-0.049\ \varepsilon_s-0.030\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$
$n=15$　$r_2=0.458-0.087\ \varepsilon_s-0.051\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$
　　$r_1=0.250-0.049\ \varepsilon_s-0.033\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$
$n=18$　$r_2=0.490-0.093\ \varepsilon_s-0.056\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$
　　$r_1=0.250-0.049\ \varepsilon_s-0.035\ K\varepsilon_s{}^{2/3}E^{2/3}$

更に $37\geqq n>19$ に対して $n'=3$ の螺線の半径は

$$r_3=d_0\{1-m\varepsilon_sP'_1P_s-Kp'_1{}^{2/3}\}+d_0\{1-m\varepsilon_sP'_1/P_s-Kp'_2{}^{2/3}\}$$
$$+(n''-1)d_0/2\{1-m\varepsilon_sP'_3/P_s-Kp'_3{}^{2/3}\}$$

次に $n'=2$ の螺線の半径は

$$r_2=d_0\{1-m\varepsilon_sP'_1/P_s-Kp'_1{}^{2/3}\}+d_0\{1-m\varepsilon_sP'_2/P_s-KP'_2{}^{2/3}\}$$

$n'=1$ の螺線の半径は

$$r_1=d_0\{1-m\varepsilon_sP_1/P_s-Kp'_1{}^{2/3}\}$$

上と同様に各 n の数値を入れて計算すると，

$n=21$　$r_3 = 0.639-0.119\ \varepsilon_s-0.069\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$r_2 = 0.500-0.095\ \varepsilon_s-0.058\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250-0.049\ \varepsilon_s-0.036\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$n=24$　$r_3 = 0.660-0.124\ \varepsilon_s-0.070\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$r_2 = 0.500-0.096\ \varepsilon_s-0.058\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250-0.049\ \varepsilon_s-0.035\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

以上の r を用いてストランドの外径を求める式を立てると $19 \geqq n > 7$ に対しては

$$D=2r_2+d_0(n'-1)\ (1-P'_2 m\varepsilon_s/P_s)$$

同様に $37 \geqq n > 19$ に対しては

$$D=2r_3+d_0(n''-2)\ (1-P''_3 m\varepsilon_s/P_s)$$

之等の式に各 n の数値を代入して計算すると

$n=9$　$D=0.834-0.158\ \varepsilon_s-0.081\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$n=12$　$D=0.959-0.113\ \varepsilon_s-0.093\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$n=15$　$D=1.084-0.204\ \varepsilon_s-0.102\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$n=18$　$D=1.209-0.228\ \varepsilon_s-0.112\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$n=21$　$D=1.306-0.243\ \varepsilon_s-0.137\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

$n=24$　$D=1.389-0.261\ \varepsilon_s-0.140\ K\ \varepsilon_s^{2/3}E^{2/3}$

5. K′ に就いて

以上の D の式に於いて第一項は無荷重の時の直径 D_0 第二項はポアソン比に依る径の縮少，第三項は繊維相互の側圧に依る繊維相互の近よりによる径の縮少をあらわす。此の第三項に含まれる K' が補正を必要とする事は，3，に於いて説明した通りであるが，実際にストランドを引張つて見て径の縮少とストランドの伸びを測定し，D の式に代入して K' を求めて見た結果，Fig. 6 に示す様な結果を得た。此の実験は温度 28°～31°C，湿度 70% の室内で各 n の

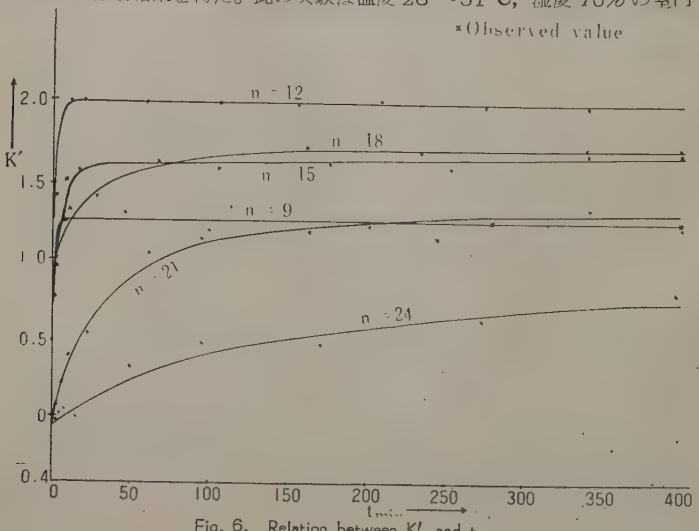


Fig. 6.　Relation between K′ and t

ストランドに同一の荷重4.87kgをかけて400分間放置しその各時間に於ける伸びと径の縮少を1/50mm精度のカセトメーター並びに1/100mm精度のマイクロメーターに依て測定したのであるが，荷重の不予際による伸び過ぎの影響が入つて居り（$n=12$）此の影響が最後迄きいてくる為，K' が幾分大きく出過ぎたものがあるが，兎も角も n が小さいものでは10分以内位で繊維と繊維の間の遊びの影響がなくなり K' が一定となるのが見られる。$n=18$, $n=21$, $n=24$ 等のストランドに就いては，繊維1本当りの荷重が少い為，遊びの影響が200～300分位迄残り，それ以前では K' が小さく出ているのが認められる。特に $n=24$ に於いては最後迄遊びの影響が残つているものと考えられる。結局此の K' は一定値になつた後の値を用ひねばならぬ事が推論される。更に繊維と繊維の間の遊びの状態も此の $K'-t$ の曲線から定性的に伺われ，遊びの影響を考慮した低荷重に於けるストランドの伸びに対する理論式を導く手がかりになると考えられる。

此の一定となつた後の K' の平均値を求めると，$K'=1.576$ となり，本実験に用いた試料に就ては之が常数 K' と考えられる。此の K' を D の式に代入して求めた D の変化は糸の伸びを論ずる時に重要な要素となつて来る。

考 察

此の K' がきまれば，

$P=P_s+P_x\sin\alpha+P_y\sin\beta$　　$19\geqq n>7$ の場合，

$P=P_s+P_x\sin\alpha+P_y\sin\beta+P_z\sin\gamma$　　$37\geqq n>19$ の場合，

の式に各 n，各 n' の繊維の描く螺線の半径 r を代入して求めた式よりストランドの伸びの機構は理論的に解折されるが此の式の計算結果及び実験値との対比は（其の二）に於いて論じ度い。

最後に本研究に於て御指導にあずかつた田内森三郎博士に深甚の謝意を表する。

文 献

1. 田内森三郎："水産物理学"，朝倉書房 (1949).
2. 石 橋　正：撚線ばねに就いて，未完稿.
3. S. TIMOSENKO : "STRENGTH of MATERIALS," part II, 556～559.
4. チモセンコ：井坂富士雄，江崎伸市，森徹共訳　弾性体の力学　292～304.
5. J. PRESCOTT : "APPLIED ELASTICITY" Longmans, Green and Co. London (1924).
6. 小野鑑正：材料力学，丸善出版株式会社.

孵化用水の溫度変化がドジョウ卵孵化に及ぼす影響に就いて*

久保田善二郎・松井　魁

Influence of Temperature on the Embryonic Development of the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR)

By
Zenzirō KUBOTA and Isao MATSUI

Fertilized eggs of the common loach, *Misgurnus anguillicaudatus*, were put in 20 glass vials with water. Two of them were then placed in each one of 10 compartments (NoS. 1—10) of a TAUTI'S serial incubator. They ran at temperatures differing from each other by nearly three degrees, No.1 at the highest (33.8 °C) and No.10 at the lowest (8.2 °C). With a view to determine the effects of variations of temperature on the developing eggs one of the two glass vials in each compartment was interchanged with the corresponding one in another, but the other glass vial in respective section was kept in compartment as control. The interchange of the glass vials were made in 5 pairs, viz., No. 1 with No. 10, No. 2 with No. 9, No. 3 with No. 8, No. 4 with No. 7, and No. 5 with No. 6, respectively.

The results are as follows:

1) The range of water temperature which is possible for hatching is from 12 to 31°C, and the suitable water temperature is from 20 to 28°C. The optimum temperature is about 25 °C.

2) The relation between the temperature (θ) and time in hours (T) required for hatching may be expressed, as given by HIGRASHI and TAUTI with following forumla.

$$Te^{a\theta}=C$$

And then, we obtained $a=0.102$, $C=2.646$.

The temperature cofficient for the embryonic development of the loach was found to be $Q_{10}=2.7$.

3) Within the range of mean deviations 1.2 — 12.8 °C in the series of temperatures 8.2 — 33.8 °C, the larger the temperature deviation the less in both the hatching rate of the fry and the time required for hatching.

4) TAUTI's formula concerning the relations between the mean deviations of the water temperature (M) and time in hours (τ_M) and that between the former and the percentage of the hatched fry $\left(\left(\frac{N}{N_0}\right)_M\right)$, viz.,

* 水産講習所研究業績第96号，1953年11月，日本水産学会昭和28年秋季大会（三重）にて発表.

$$\frac{\tau_0}{\tau_M}-1=\frac{a^2}{2}M^2,\ \text{and}\ \left(\frac{N}{N_0}\right)_M=\left(\frac{N}{N_0}\right)_0 e^{-CM^2},$$

where τ_0 and $\left(\frac{N}{N_0}\right)_0$ are the time and the percentage when $M=0$ respectively, hold true for our material with the values of the constants $C=0.014, a=0.100$, $Q_{10}=2.718$.

緒　　言

魚卵の孵化に及ぼす水温の影響に関して，コイは日暮・中井[2]，山本[12]，アユは日暮・中井[3]，ニシンは諫早・平野・高橋[4]，マダイは梶山[5]，ニジマスは川尻[6]，ウグイは中井[8]，ブダイは妹尾・海老名・岡田[10]，メダカ，キンギョ，欧州フナ，ワカサギ，マゴガレイ，タラは山本[13) 14) 15) 16) 17)]が夫々実験を行つた。然しドジョウでは未だ報告されていないし，又増殖の基礎資料として必要と認め本研究を行つた。

材 料 及 び 方 法

1953年5月19日より同24日に亘り水産講習所増殖学教室で実験を行つた。親魚は実験の前日，附近の溝で採捕した体長 15.5cm の雌及び 11.6cm の雄を使用し，雌魚の腹腔内にアセトン処理による食用ガエルの乾燥脳下垂体3個を注射して採卵し，等調人工受精法を行つた。即ちキヤベツの葉の上に精子含有液を 50cc 用意し，その中に卵を搾り出した後，卵の均一を計る為，鶏の羽で充分攪拌した。次に水温 21.3°C の池水 2 l を入れた直径 28.5cm，深さ 12.5cm のガラス水槽底上のスライドグラス 20枚にスポイドで一様に受精卵を附着させた。受精後 30 分して，40cc の水を入れた 60cc 入りのガラスの管瓶 20 本に，卵の附着したスライドグラスを夫々一枚宛挿入し，予め水温を調整しておいた田内式恒温槽[9]（電熱式）の各室に，その2本宛を収容した。その後3時間毎に水温の観測及び調整並びに死卵，孵化仔魚を検査し，又6時間毎に各室の管瓶の各1本を左右両端より順次中央に向つて交互に置き換えて水温の変化を与えた。各室の残りの各1本の管瓶は，定位置に維持して可及的に水温変化を与えなかつた。各管瓶の水は 24 時間毎に同水温の水で換水した。

結　　果

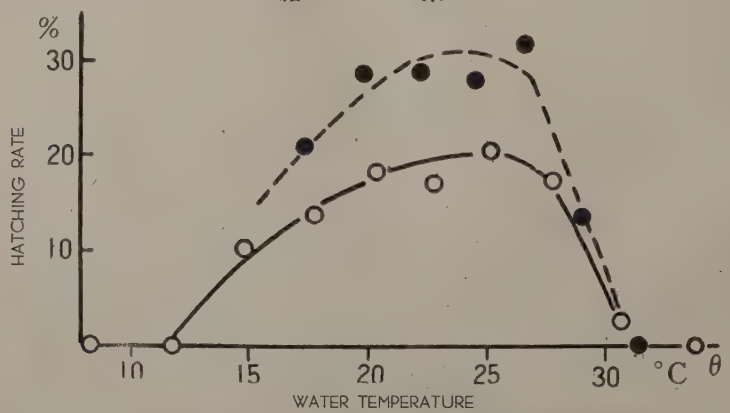


Fig. 1. Relation between water temperature and hatching rate, where hollows being present experiment in 1953 : blacks; experiment in 1952.

I）**対照試験卵の実験成績**　孵化可能水温は12～31°Cで適水温は20～28°C，就中25°C前後が最も孵化率が大きい（第1図，第1表，第6表）。死卵は孵化所要時間の前半に最も多く，又孵化時期に多少出現した（第6表）。水温に対する孵化所要時間（第2図，第1表，第6表）は他の温水性魚類に比べて短かい。即ち山本によれば，水温20°Cではコイ[12]，欧州フナ[14]，メダカ，金魚[15]の孵化所要時間は夫々100時間，115時間，410時間，110時間（孵化日数を時間に換算）であるが，ドジョウでは55時間である。次に水温と孵化所要時間の対数との関係は直線で現され（第2図，第2表），これより適温の範囲内では水温 θ と孵化所要時間 T との間に $Te^{a\theta}=C$（a,Cはドジョウに固有の常数）

Table 1.　Experimental results of control in the hatching of the common loach.

No. of compartment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average water-temperature (θ)	33.8	30.6	27.8	25.2	22.7	20.4	17.8	14.8	11.9	8.2
Average deviation of water-temperature	0.5	0.3	0.6	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4
Average hours required for hatching (T)	—	20.0	28.5	31.5	40.0	50.5	71.5	117.0	—	—
Average deviation of hours required for hatching	—	1.5	4.0	7.0	10.5	15.0	10.0	9.0	—	—
Number of eggs	29	35	34	34	35	38	29	58	32	30
Number of hatched frys	0	1	6	7	6	7	4	6	0	0
Hatching rate (%)	0	2.9	17.6	20.6	17.1	18.4	13.8	10.3	0	0

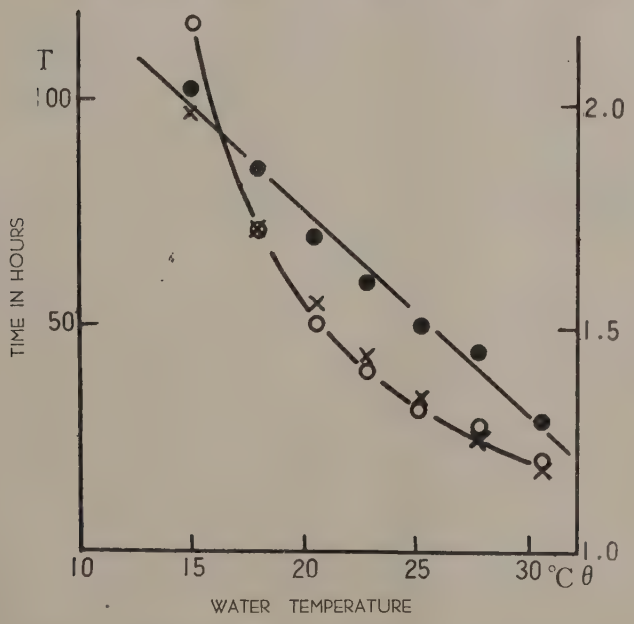


Fig. 2.　Relation between water temperature and hours required for hatching, where hollows being experimental values represented by curve: crosses ; theoretical : blacks; Temp./log T represented by line.

Table 2.　Relation between water temperature and logarithm of hours required for hatching.

Water-temperature	30.6	27.8	25.2	22.7	20.4	17.8	14.8
Hours required for hatching(T)	20.0	28.5	31.5	40.0	50.5	71.5	117.0
Log T	1.30	1.45	1.50	1.60	1.70	1.85	2.07
Calculated value of hours required for hatching	19.36	25.77	33.62	43.41	54.92	71.64	97.36

の関係式が成立する。この公式より諸係数値を求め　$a=0.102$, $Q_{10}=2.780$, $C=2.646$ を得た。

II）**水温変化を与えた卵の実験成績**　水温位置を交換した管瓶の水温変化の幅は，互いに略同一だから，その各々を合して計算し，夫々孵化率及び孵化所要時間を求めた（第3表）。こ

Table 3. Experimental results of the eggs given the variation of water temperature.

No. of compartment	1 ; 10	2 ; 9	3 ; 8	4 ; 7	5 ; 6
Range of the variation of water temperature	33.8—8.2	30.6—11.9	27.8—14.8	25.2—17.8	22.7—20.4
Average water temperature	21.0	21.3	21.3	21.5	21.5
Average deviation of water temperature	12.8	9.3	6.5	3.7	1.2
Average hours required for hatching	—	35.5	38.5	44.5	44.5
Number of eggs	72	88	79	72	63
Number of hatched fry	0	5	7	8	11
Hatching rate(%)	0	5.7	8.9	11.1	17.5

の成績を対照のそれ等と比較する為に，平均水温を求め，同水温の孵化率及び孵化所要時間を第1，第2図より計算した（第4表，第3，第4図）。この結果では急激な水温変化の範囲の

Table 4. Comparison between the eggs given the variation of water temperature and controled ones.

No. of compartment	1 ; 10	2 ; 9	3 ; 8	4 ; 7	5 ; 6
Range of the variation of water temperature	33.8—8.2	30.6—11.9	27.8—14.8	25.2—17.8	22.7—20.4
Average water temperature	21.0	21.3	21.3	21.5	21.5
Average deviation of water temperature	12.8	9.3	6.5	3.7	1.2
Hatching rate of the eggs given the variation of water temperature (F)	0	5.7	8.9	11.1	17.5
Hatching rate of the controled eggs in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature(F')	18.3	18.5	18.5	18.6	18.6
$\frac{F}{F'}\times 100$	0	30.8	48.1	59.7	94.1
Hours required for hatching of eggs given the variation of water temperature(T)	—	35.5	38.5	44.5	44.5
Hours required for hatching of controled eggs in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature (T')	—	50.1	50.1	49.1	49.1
$\frac{T}{T'}\times 100$	—	70.9	76.8	90.6	90.6

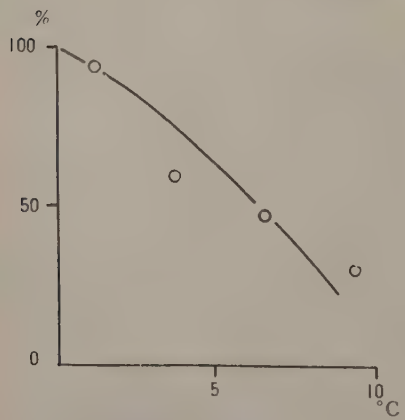


Fig. 3. Relation between average deviation of water temperature (M) and $\frac{F}{F'}\times 100$

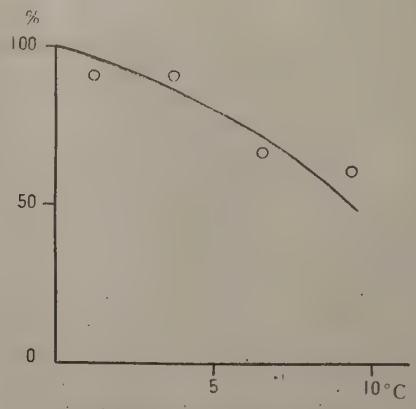


Fig. 4. Relation between average deviation of water temperature (M) and $\frac{T}{T'}\times 100$

広い程孵化率は悪く，孵化時間は短かい。これは川尻[7]がニジマス，又山本[12]がコイで実験した結果と一致する。

田内[11]は魚卵の孵化率及び孵化日数に及ぼす水温の影響に就いて，孵化に対する適水温の範囲内では，水温を終始 $\bar{\theta}$ に保つた時と，$\bar{\theta}$ を中心として M°C 昇温及び降温した時との孵化率と孵化日数とを夫々 $\left(\frac{N}{N_0}\right)_0$，$\tau_0$；$\left(\frac{N}{N_0}\right)_M$，$\tau_M$ とすれば，次の理論式が成立することを報告した。

即ち $$\frac{\tau_0}{\tau_M}-1=\frac{a^2}{2}M^2 \quad \cdots (1)$$

$$\left(\frac{N}{N_0}\right)_M=\left(\frac{N}{N_0}\right)_0 e^{-CM^2} \quad \cdots (2)$$

この理論式がドジョウ卵に適用されるか否かを検討する為に M^2 と $\log\left\{\left(\frac{N}{N_0}\right)_M\Big/\left(\frac{N}{N_0}\right)_0\right\}$ 及び $\frac{\tau_0}{\tau_M}-1$ との関係を求めると，夫々直線を示す（第5表，第5，第6図）。以上の結果より

Table 5. The values of $\log\left\{\left(\frac{N}{N_0}\right)_M\Big/\left(\frac{N}{N_0}\right)_0\right\}$ or $\frac{\tau_0}{\tau_M}-1$ and M^2 calculated from the data given in Table 4.

M^2	163.8	86.5	42.3	13.7	1.4
$\log\left\{\left(\frac{N}{N_0}\right)_M\Big/\left(\frac{N}{N_0}\right)_0\right\}$	—	$\bar{1}.489$	$\bar{1}.682$	$\bar{1}.776$	$\bar{1}.974$
$\frac{\tau_0}{\tau_M}-1$	—	0.411	0.301	0.103	0.103

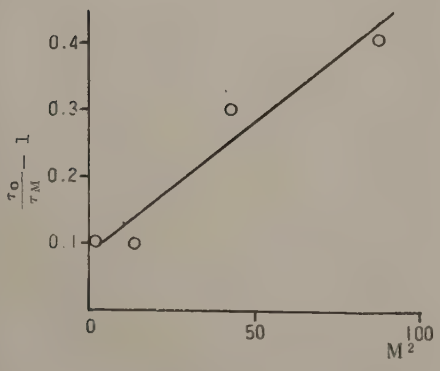


Fig. 5. Relation between M^2 and $\frac{\tau_0}{\tau_M}-1$.

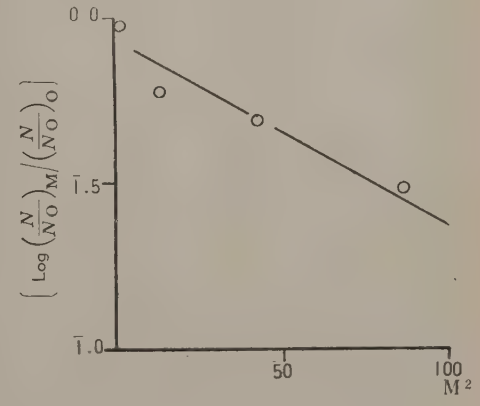


Fig. 6. Relation between M^2 and $\log\left\{\left(\frac{N}{N_0}\right)_M\Big/\left(\frac{N}{N_0}\right)_0\right\}$

理論式は適用され，図の直線の勾配から $a=0.100$，$Q_{10}=2.718$，$C=0.014$ を得た。この a，Q_{10} の値と対照試験のそれ等とが，略等しいことからも本理論式はドジョウ卵に適用されると思う。尚本実験以外に2回同様の方法により実験を繰り返した結果は，孵化率は異る

が，諸係数値及び孵化適水温並びに孵化可能水温範囲に於いて略同じ結果を示した。

摘　要

1）孵化可能水温は12～31°Cで，適水温は20～28°C，就中 25°C前後が最も孵化率が良い。

2）適水温の範囲内では，水温θと孵化時間Tとの間に $Te^{a\theta}=C$ の関係式が成立し$a=0.102$，$Q_{10}=2.780$，$C=2.646$ を得た。

3）水温差が大きい程孵化率は悪く，孵化所要時間は短縮される。

4）魚卵の孵化率及び孵化日数に及ぼす孵化用水の水温変化の影響に就いて田内が与えた理論式

$$\frac{\tau_0}{\tau_M}-1=\frac{a^2}{2}M^2$$

$$\left(\frac{N}{N_0}\right)_M=\left(\frac{N}{N_0}\right)_0 e^{-CM^2}$$

はドジョウ卵にも適用され，この式より

$a=0.100$，$Q_{10}=2.718$，$C=0.014$ を得た。

Table 6. Details of the experiment.

No. of compartment / Hours after fertilization	Experimental results of control																				Experimental results of the eggs given the variation of water temperature																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
0—6																						1																		
6—12		29		34		28		27		28				3		4		1		2		23		28		25		33		25		23		27		21		19	
12—18			(1)							1		23		16		15				3		13		9		1				1		1		6		14		16	
18—24												5				6		11						3		3		1												
24—30					(3)		(2)		(1)			3												3				2				3 (1)		5		5				
30—36					(3)		(3)		(2)		(1)					34		7				(5)				(1)														
36—42							(2)							1				3										(3)		(3)		(2)		(2)						
42—48									(2)		(2)																													
48—54									(3)		(3)							1																						
54—60									(1)		(1)		(2)					4																						
60—66												5																												
66—72													(2)																											
72—78													(2)																											
78—84																																								
84—90																1		1																						
90—96																3		3																						
96—102																																								
102—108																(3)																								
108—114																(3)				5																				
114—120																				6																				
120—126																																								
Total	(0)	29	(1)	34	(6)	28	(7)	27	(6)	29	(7)	31	(4)	25	(6)	52	(0)	32	(0)	30	(0)	37	(5)	43	(1)	29	(4)	36	(5)	26	(6)	26	(4)	28	(6)	43	(0)	40	(0)	35

Note : H……Number of hatched fry　　D……Number of died egg.

文　　献

1) 日暮　忠：1925. 鮎卵孵化適温試験，水産講習所試験報告，20 (4)，129～131.

2) 日暮　忠・中井信隆：1925. 鯉卵孵化適温試験，水産講習所試験報告，21 (2)，35～41.

3) ――――・――――：1926. 低温度の鮎卵発育に及ぼす影響，水産講習所試験報告，21 (6)，219～223.

4) 諫早隆夫・平野義見・高橋武司：1934. にしん卵孵化水温の変化が孵化に及ぼす影響に就いて，北海道水産試験場事業旬報，(245)，441～450.

5) 梶山英二：1928. 真鯛卵の孵化に及ぼす海水の温度の影響に就いて，水産講習所試験報告，24 (5)，135～148.

6) 川尻　稔：1927. 虹鱒卵の孵化適温に就て，水産講習所試験報告，23 (3)，89～96.

7) ――――：1928. 魚卵の孵化用水の温度の変化が孵化に及ぼす影響について，水産講習所試験報告，24 (1)，1～5.

8) 中井信隆：1927. うぐい卵の孵化適温に就て，水産講習所試験報告，22 (4)，262～276.

9) 妹尾秀実・田内森三郎：1926. 同時に数個の恒温度を得る装置，水産講習所試験報告，20 (4)，119～122.

10) 妹尾秀実・海老名謙一・岡田卓雄：1926. ブダイ卵の孵化と温度及比重との関係，水産講習所試験報告，21 (4)，141～148.

11) 田内森三郎：1928. 孵化用水の温度の変化が魚卵の孵化日数と孵化率に及ぼす影響，水産講習所試験報告，24 (1)，22～28.

12) 山本孝治：1933. 孵化用水の温度の変化の鯉卵孵化に及ぼす影響に就いて，日本水産学会誌，2 (4)，167～174.

13) ――――：1937. 孵化用水の温度の変化のワカサギ卵孵化に及ぼす影響に就いて，日本水産学会誌，5 (5)，326～332.

14) ――――：1937. 孵化用水の温度の変化の欧州フナ卵孵化に及ぼす影響に就いて，日本水産学会誌，5 (6)，375～381.

15) ――――：1937. メダカ及金魚卵の孵化日数と水温との関係，日本水産学会誌，6 (2)，105～109.

16) ――――：1939. マコガレヒ卵の発生に及ぼす水温及塩分の影響に就いて，日本水産学会誌，8 (2)，102～106.

17) ――――：1939. 朝鮮産タヲ卵の発生に及ぼす水温の影響に就いて，植物及び動物，7 (8)，1377～1383.

太平洋南西海区とハワイ沿海に於けるキハダマグロの形態上の比較*

鶴　田　三　郎

Morphometric Comparison of Yellowfin Tuna of Southwestern Pacific, off Southwest of Gilbert Islands, and of Hawaiian Waters

BY

Saburo TSURUTA

Southwestern Pacific Yellowfin Tuna differs from those of Hawaiian and west coast of Central America in having, on the average, slightly longer pectoral fin for the same size fish, but this difference is smaller for the larger fish. The same holds true with the second dorsal fins and anal fins, but in these cases the fins of our material also grow at an accelerated rate compared with other local fish, so that the difference in fin length among the largest fish is very striking.

Among our samples, the distances from the tip of snout to the various fin insertions increase, relative to total length, more slowly than among other local fishes so that all these dimensions are shorter (see Table 11). These facts show that the posterior part of the trunk grows faster among our samples especially in larger fishes above 1300mm., the posterior part of the body is more elongated than among other local fish of similar size. It is similar to Schaefer's and Royce's findings (1952). Moreover, it is evident that, those dimensions are highly related with the body weight, and those are shorter than the various fin insertions compared with greatest body depth. Namely, the East Pacific fish is more fattish and heavier than that of the West Pacific for the same fish size. It seems that, these larger and fattish fishes in tropical zone have its easterly border on about 155 degrees of west longitude, and there are larger and fattish fishes on eastern side of Ceram Sea and Banda Sea (adjacent waters of New Guinea), and this view is also, generally held by Japanese fishermen.

From Table 2, it will be seen that Atlantic form has those characters found among Pacific form, so that the Pacific fishes are atmost identical with Atlantic fishes again Atlatic fishes are similar to those of Indian Ocean as reported by Beebe and Tee-Van (1936). On these differences between the morphometric characters of Yellowfin Tunas from our data and from other localities, it may be considered that these populations are to be regarded as belonging to a single

* 水産講習所研究業績第97号

species.

魚類の形態上の特質を比較して種族を吟味する方法は，FISHER（1930）に依つて創められ，SNEDECOR（1940）により其の重要性が明らかにされ，更に MOTTLY（1941）に依り一般化された。キハダマグロに関しては今日迄に GODSIL（1948），WALFORD（1950），SCHAEFER（1948，1952），ROYCE（1952）等に依つて合計3,611尾の魚によつて形態上の特質に関して発表されている。

現在世界に分布するキハダマグロの形態に就いては，統計上地理的にその差異が充分認められるので，(1).大平洋型＝*Neothunnus macropterus*(Temminck & Schlegel),(2).大西洋型＝*N. albacora*(Lowe),(3).印度洋型＝*N. argentivittatus*(Cuvier & Valenciennes)の三つの種類に区別されている。BEEBE と TEE-VAN（1936）は(2)と(3)は同一のものとし

Table 1. Morphometric measurements of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) from southwestern Pacific, March 2~4, 1953.

Total length	Head length	Snout to insertion first dorsal	Snout to insertion second dorsal	Snout to insertion anal	Snout to insertion ventral	Greatest depth	Insertion to anterior edge ventral	Length pectoral	Length second dorsal	Length anal	Diameter of iris	Weight in pounds	Number of gill rakers	Sex
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
1142	320	349	638	703	360	302	363	343	399	465	40	—	9+20	F
1160	290	324	595	652	352	278	322	328	282	336	38	61.2	10+21	F
1248	335	348	640	734	375	322	358	362	—	464	42	89.5	9+20	M
1274	323	353	644	713	370	300	350	345	362	428	41	—	8+19	M
1280	330	349	643	733	392	312	353	342	328	440	41	96.8	9+20	F
1300	—	352	650	750	406	323	356	320	399	356	42	—	8+21	M
1304	341	362	650	742	370	313	360	346	350	448	41	98.5	9+21	M
1328	335	365	669	750	385	330	372	360	465	535	44	—	8+21	M
1333	337	368	677	753	390	340	361	356	444	530	43	—	9+20	F
1347	353	378	685	758	401	330	363	342	—	553	49	99.5	9+19	F
1350	340	378	696	757	397	345	370	331	500	539	45	111.0	9+20	M
1360	—	370	683	771	404	338	383	358	526	587	45	—	10+21	M
1361	—	367	672	750	389	349	372	318	460	544	42	—	9+19	M
1365	358	378	698	765	392	346	370	348	510	610	45	—	9+20	M
1372	353	374	674	462	410	330	358	384	488	538	45	—	8+20	M
1376	343	368	691	763	389	355	380	343	563	409	45	120.0	8+20	M
1380	353	386	698	767	392	332	384	372	550	606	48	—	8+19	F
1390	360	375	698	785	412	342	384	380	582	650	41	—	8+19	M
1402	367	385	698	775	418	340	364	342	492	610	43	—	10+22	M
1403	354	380	706	773	406	340	373	352	412	478	41	—	9+21	M
1408	368	400	708	796	408	352	380	365	520	624	47	—	10+20	M
1421	—	390	718	798	406	347	391	359	538	641	46	—	10+20	M
1423	368	398	727	766	412	352	385	358	494	610	45	+	R. 8+20	M
1435	365	410	738	796	416	332	386	362	494	572	46	—	10+21	M
1438	374	387	715	798	428	360	390	362	546	690	50	122.5	10+20	M
1445	366	395	723	803	412	358	397	363	482	673	45	104.2	9+21	M
1446	375	392	715	790	435	332	396	374	—	550	47	—	9+21	F
1450	372	389	722	780	411	340	390	351	—	673	50	105.8	11+21	M
1464	373	400	720	808	416	368	400	372	542	—	45	—	R.10+21	M
1470	370	378	723	825	433	349	401	344	620	590	46	124.1	9+20	M
1495	382	396	737	825	430	368	410	357	544	587	50	—	9+21	M
1493	369	418	752	830	440	375	422	334	462	468	46	135.7	12+20	M
1528	378	405	770	848	425	386	423	390	505	646	47	—	9+20	M

て扱つているが，NICHOLS と LAMONTE(1941) はこれ等を異種とした。然しながら，これ等の形態上の差異に関しては現在尚充分な解決を与えることは出来ないので，米国の研究者は，キハダマグロは世界中に亘り単一の種類で組成されて居るから，明らかに区別することが出来ないものであろうとし，又 GODSIL (1948) は斯の如き形態上の特質は種族を決定する重要なる要因とはならないとしている。

資料と測定方法

資料は 1953年3月2日から4日に亘りギルバート諸島の南方より南西(概位，173°—30′E～176°—15′E，0°—30′s～2°—00′s)に亘る海域で，練習船俊鶻丸が延縄で漁獲した 33尾である。測定は漁獲直後甲板上で米国の太平洋マグロ調査所の指定する方法 (SCHAEFER 1948；MARR & SCHAEFER 1944) で，石山，高井両教官が Slide Calipers を用いて粍の単位迄計測した。これ等の実測値を第1表に示した。

太平洋南西部に於けるキハダマグロの成長

SCHAEFER 等の統計学的計算方法に倣い第1表から第2表を得た。この海区のキハダマグロの成長の割合は，回帰方程式のXの係数であるb欄の数で明らかな如く，第2背鰭と臀鰭の

Table 2. Statistics of linear regressions of measurments of southwestern Pacific yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*)

N = number in sample, $\bar{x}, \bar{y}$ means of x and y, Sx^2, Sy^2, Sxy are sum of squares and products of deviations from $\bar{x}$, $\bar{y}$,

$b = \frac{Sxy}{Sx^2}$ regression cofficient of y on x,

$s^2 = \frac{Sy^2 - b^2\ Sx^2}{N-2}$ estimate of variance about regression line,

$a = y$ intercept of regression line.

Independent variable x	Dependent variable y	N	$\bar{x}$	$\bar{y}$	Sx^2	Sy^2	Sxy	b	s	a
Total length ……	Head length ……	29	1378	354	243,944	12,534	51,721	0.21202	7.62	61.8
Do ……	Snout to insertion firet dorsal fin …	33	1376	378	252,730	13,627	53.000	0.20971	8.94	89.4
Do ……	Snout to insertion second dorsal fin…	33	1376	693	252,730	45,757	102,277	0.40469	11.87	136.1
Do ……	Snout to insertion anal fin ……	33	1376	771	252,730	49,238	106,611	0.42184	11.60	190.5
Do ……	Snout to insertion ventral fin ……	33	1376	402	252,730	14,737	55,150	0.21822	9.34	101.7
Do	[illegible]	33	1376	378	252.730	14670	53663	.21210	10.32	86.2
Do ……	Greatest depth …	33	1376	339	252,730	15,767	45,700	0.18083	15.56	90.2
Head length ……	Diameter of iris…	29	354	44.7	12,534	284.2	1,428.8	0.11399	6.70	4.3
Log total length…	Length pectoral …	33	3.13862	353	0.02683	9,440	6.78365	252.84	15.79	— 441
Do ……	Log lensth of second dorsal fin…	29	3.13862	2.67943	0,02396	0.12758	0.03808	1.58926	0.04978	—2.308
Do ……	Log lensth of anal fin ……	32	3.13767	2.73640	0.02565	0.19838	0.04898	1.90955	0.05145	—3.255
Do ……	Log body weight in lbs. ……	12	3.13481	2.02531	0.01222	0.08914	0.02969	2.43006	0.04116	—5.586

Insertion が，第1背鰭と腹鰭のそれ及び頭長の各々約2倍となつている。これは体軀の前半部に於ける成長の割合が各鰭の間で略一定していることを示すものである。又鰭の成長の割合

は，臀鰭のそれが最大で，胸鰭のそれが最小である。臀鰭の成長の割合は胸鰭のそれの約7.8倍，第2背鰭のそれの約1.3倍となつている。これ等の回帰方程式を第2表から求めると次ぎの通りである。

(1). Head length y on total length x ・・・・・・・・・ $y=0.21202x+61.8$

(2). Snout to insertion of first dorsal fin y on total length x ・・・・・・・ $y=0.20971x+89.4$

(3). Snout to insertion of second dorsal fin y on total length x ・・・・・・・・・・・・・ $y=0.40469x+136.1$

(4). Snout to insertion of anal fin y on total length x ・・・・・・・・・・・・・ $y=0.42184x+190.5$

(5). Snout to insertion of ventral fin y on total length x ・・・・・・・・・・・・・ $y=0.21822x+101.7$

(6). Length of second dorsal fin y on total length x ・・・・・・・・・・・・・ $y=0.004193x^{1.58926}$

(7). Length of anal fin y on total length x ・・・・・・ $y=0.00055574x^{1.90955}$

(8). Length of pectoral fin y *on* total length x ・・・・ $y=253\log x-441$

(9). Body weight of pounds y on total length x ・・・ $y=0.0000025914x^{2.48006}$

文献の資料との比較

1. 鰭の長さ

(1) **第2背鰭**：第1図に第2背鰭の長さの対数と，体長の対数との関係を示す。我々の資料では，Hawaii, Angola, Costa Rica 等の何れの海域のものよりも著しく長大で，この差異は個体の成長と共に増加する傾向が見られるが，Hawaii のものとの間では個体の大小に依つての差異は非常に少ない。これは第2背鰭の成長の割合に於いても，亦体長の成長の割合に於いても略々等しいことを示すもので，此の二つの特性に関する限り略々両水域の魚体であるといえよう。第3表に体長が 1,000 mmと，1,500mmの時の第2背鰭の長さの計算値の比較を示す。

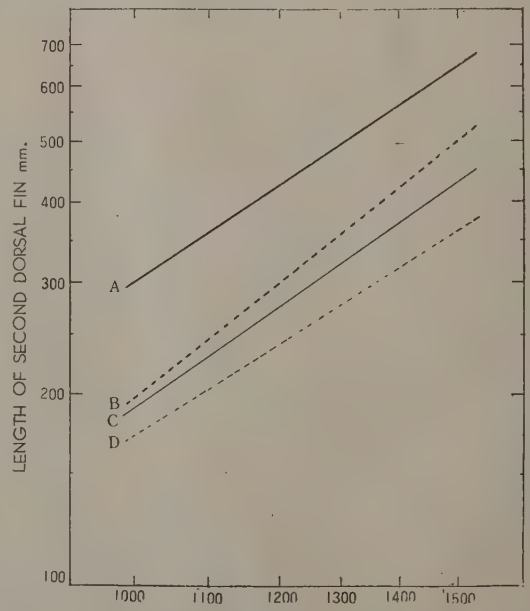


Fig. 1. Relation between length of second dorsal fin and total length. A : Heavy line represents sw Pacific data; B : Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line represents Angola data; D : Fine broken line represents Costa Rica data.

Tadle 3. Comparison of length of second dorsal fin.

Locals	Length of second dorsal fin	
	Total length 1000mm.	Total length 15000mm.
Our sw Pacific samples	288mm.	548mm.
Schaefer's Hawaiian samples	176.4	437
Schaefer's & Walfords Angola samples	175.8	381
Schaefer's Costa Rica samples	157.7	317

（2） **臀鰭**：第2図に臀鰭の長さの対数と，体長の対数との関係を示す。我々の資料では第2背鰭の長さの場合と同じく，他の海域のものよりも著しく長大で，この差異は **Costa Rica** のものとの間で最大，**Hawaii** のものとの間で最小である。この差異は個体の成長と共に増加する傾向が見られる。第4表に体長が1.000粍と，1,500粍の時の臀鰭の長さの計算値の比較を示す。

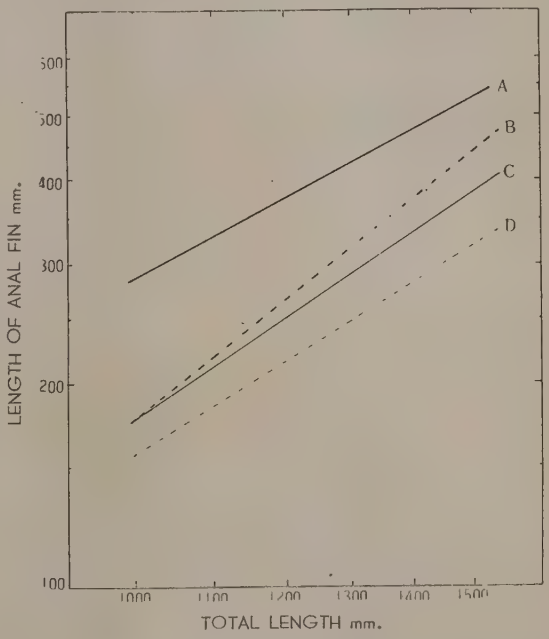


Fig. 2. Relation between length of anal fin and total length. A : Heavy line represents sw Pacific data; B : Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line represents Angola data; D : Fine broken line represents Costa Rica data.

Table 4. Comparison of length of anal fin.

Locals	Length of anal fin	
	Total length 1000mm.	Total length 1500 mm.
Sw Pacific samples	298mm.	647mm.
Hawaiian samples	197	499
Angola samples	190	428
Costa Rica samples	171	357

（3） **胸鰭**：第3図に胸鰭の長さと，体長の対数との関係を示す。我々の資料では他の海域のものよりも一般に長いが，この差異は第2背鰭及び臀鰭の長さの場合に反し，個体の成長と共

に減少する傾向が見られる。即ち体長が1,280mm以下のものでは一般に他の水域のものより長いが，これ以上の個体ではHawaiiのものより短かい。又Costa Ricaのものより一般に長いが，体長1.770mm位の個体では一致し，これ以上の大形の個体では逆に短かいことが推定される。第5表に体長が1,000mmと，1,500mmの時の胸鰭の長さの計算値の比較を示す。

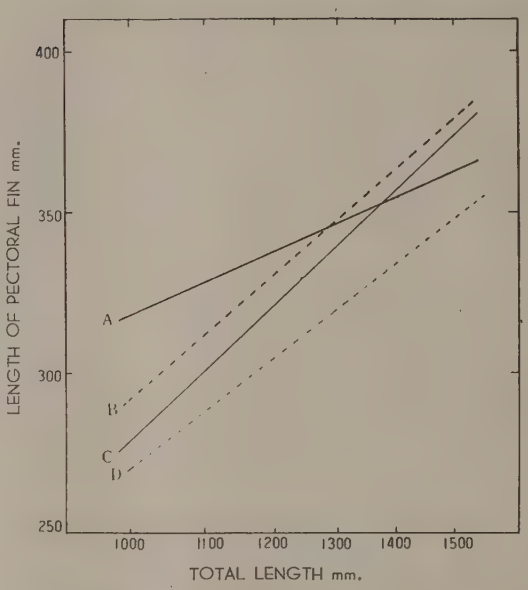


Fig. 3. Relation between length of pectoral fin and total length. A : Heavy line represents sw Pacific data; B : Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line represents Angola data; D : Fine broken line represents Costa Rica data.

Table 5. Comparison of length of pectoral fin.

Locals	Length of pectoral fin	
	Total length 1000mm.	Total length 1500mm.
Sw Pacific samples	318mm.	363mm.
Hawaiian samples	292	379
Angola samples	279	374
Costa Rica samples	270	348

2．頭長及び吻端より各鰭基底前端迄の距離

（1） **頭長**：第4図に頭長と体長との関係を示す。我々の資料ではAngola, Costa Ricaのものより一般に小さく，この差異は個体の成長と共に増加するが，Hawaiiのものよりは稍々大きく，この差異は逆に個体の成長と共に減少する傾向が見られる。第6表に体長が1,000mmと，1,500mmの時の頭長の計算値の比較を示す。

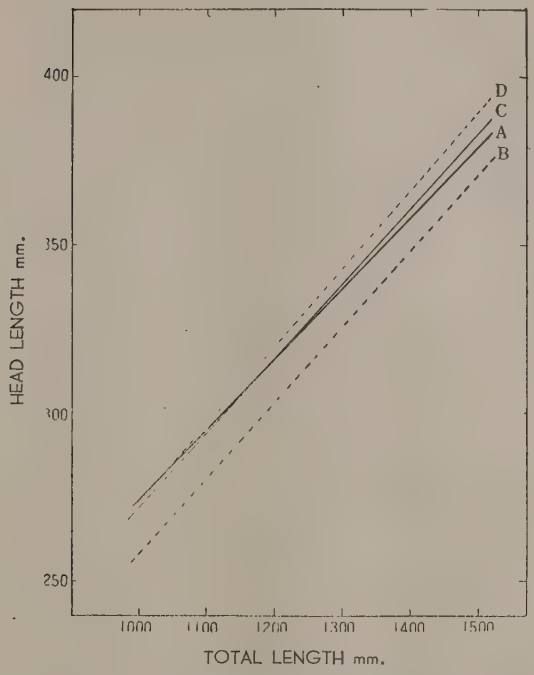


Fig. 4. Reation between head length and total length. A : Heavy line represents sw Pacific; data; B : Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line represents Angola data; D : Fine broken line represents Costa Rica daa.

Table 6. Comparison of head length.

Locals	Head length	
	Total length 1000mm.	Total length 1500mm.
Sw Pacific samples	274mm.	380mm.
Hawaiian samples	258	371
Angola samples	272	384
Costa Rica samples	273	390

（2） **吻端より第1背鰭基底前端迄の距離**：第5図に吻端より第1背鰭迄の距離と体長との関係を示す。我々の資料では，体長が1,050mm以下の個体ではCosta Ricaのものよりも，1,300mm以下のものではHawaiiのものよりも大きいが，これ以上の大きさの個体では他の何れの地域のものよりも小さく，この差異は個体の成長と共に増加する傾向が見られる。第7表に体長が1,000mmと，1,500mmの時の吻端より第1背鰭迄の距離の計算値の比較を示す。

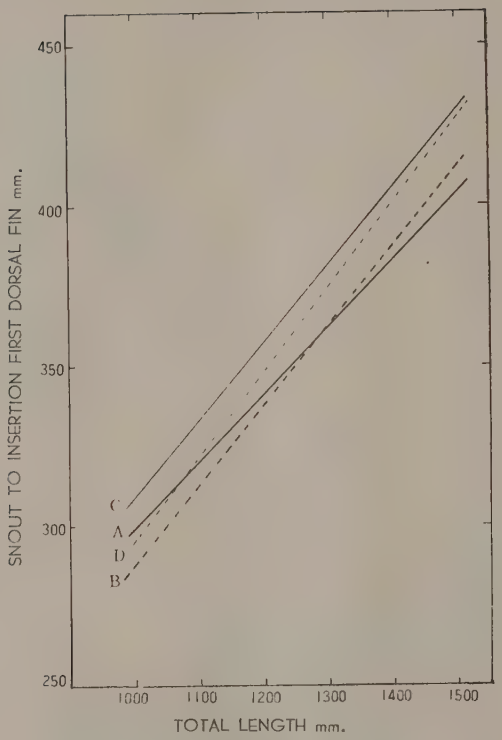


Fig. 5. Relation between snout to insertion first dorsal fin and total length. A : Heavy line represents sw pacific data; B : Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line represents Angola data; D : Fine broken line represents Costa Rica data.

Table 7. Comparison of snout to insertion of first dorsal fin.

Locals	Snout to insertion of first dorsal fin	
	Total length 1000mm.	Total length 1500mm.
Sw Pacific samples	299mm.	404mm.
Hawaiian samples	288	412
Angola samples	295(309)	416(430)
Costa Rica samples	295	427

Note, (—) is Royce's data.

（3） **吻端より腹鰭基底前端迄の距離**：第6図に吻端より腹鰭迄の距離と体長との関係を示す。我々の資料では Hawaii 及び Angola のものより一般に大きいが，これは個体の成長と共に幾分減少する傾向が見られる。第8表に体長が1,000mmと，1,500mmの時の吻端より腹鰭迄の距離の計算値の比較を示す。

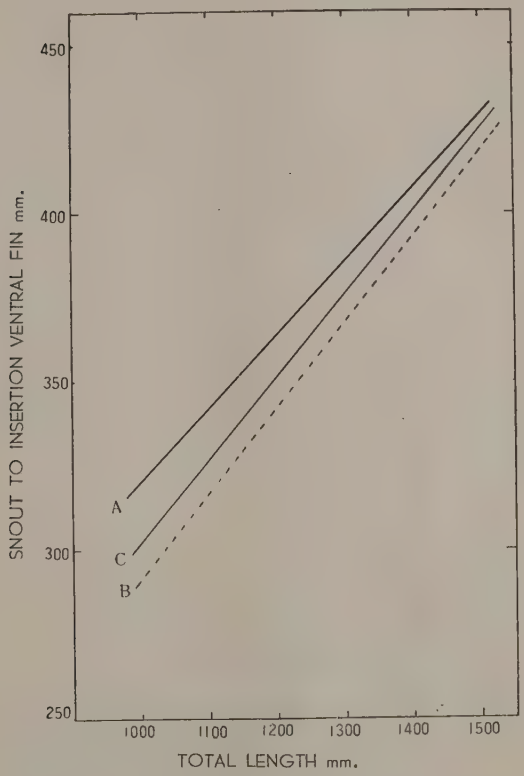


Fig. 6. Relation between snout to insertion ventral fin and total length. A : Heavy line represents sw pacific data; B :Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line represents Angola data;.

Table 8. Comparison of snout to insertion of ventral fin.

Locals	Snout to insertion of ventral fin	
	Total length 1000mm.	Total length 1500mm.
Sw Pacific samples	320mm.	429mm.
Hawaiian samples	292	418
Angola samples	302	425
Costa Rica samples	—	—

（4） **吻端より第2背鰭基底前端迄の距離**：第7図は吻端より第2背鰭迄の距離と体長との関係を示す。我々の資料では第1背鰭の吻端迄の長さの場合と同様に小さい個体では稍々大きく，大きい個体では稍々小さい。即ち体長が1，225mm以下の個体ではAngola及びCosta Ricaのものよりも，1，425mm以下の個体ではHawaiiのものよりも稍々大きいが，これ以上の大きさの個体では何れも逆に小さくなつている。（これ等の差異は此の範囲の上下へ延びる

に従い増加する傾向が見られる)。第9表に体長が1,000mmと,1,500mmの時の吻端より第2背鰭迄の距離の計算値の比較を示す。

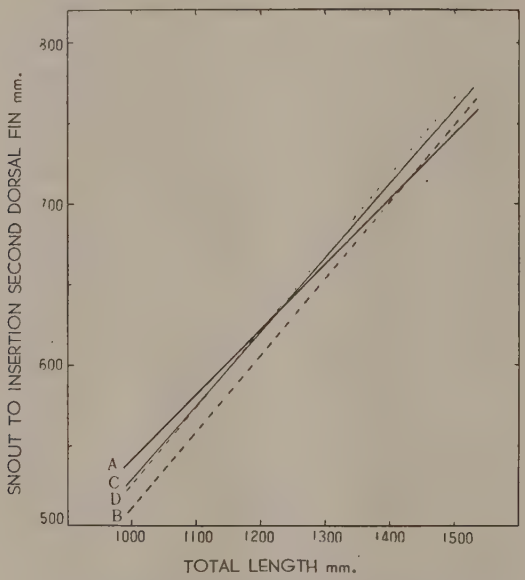


Fig. 7. Relation between snout to insertion second dorsal fin and total length. A : Heavy line represents sw Pacific data; B : Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line repretents Angola data; D : Fine broken line represents Costa Rica data.

Table 9. Comparison of snout to insertion of second dorsal fin.

Locals	Snout to insertion of second dorsal fin	
	Total length 1000mm.	Total length 1500mm.
Sw Pacific samples	541mm.	743mm.
Hawaiian samples	514	748
Angoles Samples	529	758
Costa Rica samples	526	765

(5) **吻端より臀鰭基底前端迄の距離**：第8図に吻端より臀鰭迄の距離と体長との関係を示す。我々の資料では第2背鰭の吻端迄の長さの場合に似て，小さい個体では他の何れの地域のものよりも大きく，大きな個体ではこれに反して稍々小さい。即ち体長が1,210mm以上の個体ではCosta Ricaのものより，1,400mm以上の個体ではAngolaのものより，1,500mm以上の個体ではHawaiiのものより夫々小さくなつている。この差異は個体の成長と共に増加する傾向が見られる。第10表に体長が1,000mmと1,500mmの時の吻端より臀鰭迄の距離の計算値の比較を示す。

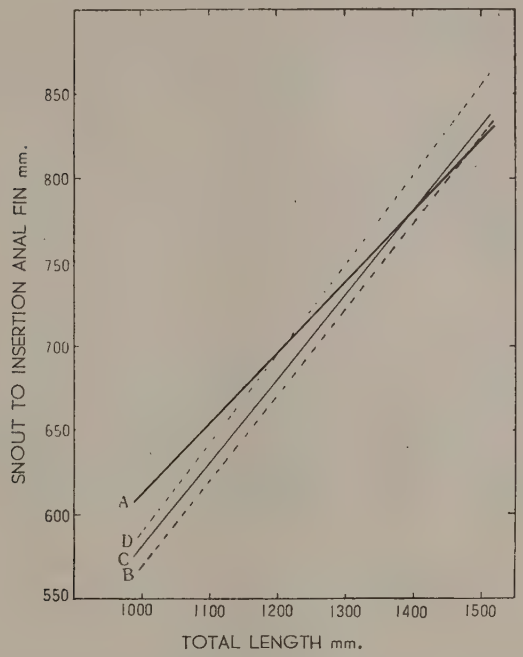


Fig. 8. Relation between snout to intertion anal fin and total length. A : Heavy line represents sw Pacific data; B : Heavy broken line represents Hawaiian data; C : Fine line represents Angola data; D : Fine broken line represents Costa Rica data.

Table 10. Comparison of snout to insertion of anal fin.

Locals	Snout to insertion of anal fin	
	Total length 1000mm.	Total length 1500mm.
Sw Pacific samples	612mm.	823mm.
Hawaiian samples	569	824
Angola samples	582	832
Costa Rica samples	589	856

考　　察

我々のギルバート諸島南西沖合の資料では同じ大きさの個体では，胸鰭の長さは他の鰭の長さ程大なる差異は見られないが，第2背鰭と臀鰭の長さは著しく長大であり，且つこの差異は個体の成長と共に一層増大する。又第1背鰭，第2背鰭，臀鰭の各吻端迄の長さに於ても差異があり，これ等の差異は第2背鰭及び臀鰭の長さの場合の差異に反し，個体の成長と共に減少することが見られる。即ち第11表で明かな如く，回帰方程式のXの係数が他の如何なる水域のものよりも小さい。此の事は体軀の後半部の成長の割合が大きいことを意味し，特に体長1,300mm以上の大形の個体に於て著しい。従つて太平洋西部では個体の後半部が長く前半部が短いが，東部ではこれに反し，前半部が長く後半部が短い。是はROYCE(1952)の発表とも

よく一致する。更に此の事実は体重の差異にも著しく関係し，吻端より各鰭迄の距離に比較して体高(何れもXの係数)が小さいことでも明瞭である。即ち同じ大きさの個体では太平洋西部より東部の方が肥満していて重く，特に人形にして肥満度の大きい魚群の東遷範囲は西経155度附近を限界としているようである。又セーラム海，バンダ海に於いても，東方のニューギニヤ沿海の方が大形で，肥満度の大きいものが多いことは一般に知られている処である。

如上の事実より太平洋に棲息するキハダマグロを単一の種類と看做すと同時に，各水域的に半独立分化した種族が棲息するものであろうと考えるSCHAEFER (1948, 1952), GODSIL (1948)等の説が妥当であろう。

Table 11. Regression coefficients for regression of various dimensions on total length, for samples from the American west coast, Hawaii, Angola, and southwestern Pacific.

Locals	Head length	Insertion 1st dorsal	Insertion ventral	Insertion 2nd dorsal	Insertion anal	Greatest body depth
Godsil's west coast samples Max.	0.29004	0.30958	0.30067	0.52624	0.58550	—
〃 Min.	0.23740	0.25647	0.26520	0.47767	0.53656	—
〃 All samples	0.24356	0.26148	0.27244	0.48358	0.54383	—
Schaefer's Costa Rica samples	0.23504	0.26346	—	0.47675	0.53508	0.25550
Schaefer's Hawaiian samples	0.22567	0.24821	0.25259	0.46914	0.51941	0.25469
Schaefer's & Walford's Angola samples	0.22380	0.24190	0.24740	0.45840	0.50210	0.26780
Our sw Pacific samples	0.21202	0.20971	0.21822	0.40469	0.42184	0.18083

引 用 文 献

1) Rounsefell, G. A, and W. H. Everhart, 1953 : Fishery Science Its Methods and Applications. (U. S. Library Congress Catalog Card No. 53—7496)

2) Godsil, H. C., 1948 : A preliminary population study of the yellowfin tuna and the Albacore. California Div. Fish and Game, Fish Bull. No. 70.

3) Schaefer, M. B., 1948 : Morphometric characteristics and relative growth of yellowfin tunas (*Neothunnus macropterus*) from Central America. Reprinted from Pacific Science, 11, (2).

4) Schaefer, M. B., 1948 : Spawning. of Pacific tunas and its implications to the welfare of the Pacific tuna fisheries. Trans., Thirteenth North American Wild life conference, March 8,9 & 10.

5) Schaefer, M. B., and L. A. Walford, 1950 : Biometric comparison between yellowfin tunas (*Neothunnus*) of Angola and of the Pacific Coast of Central America. U. S. Fish and Wild life Service, Fish. Bull. 51, (56).

6) Schaefer, M. B.,1952 : Comparison of yellowfin tuna of Hawaiian waters and of the American west Coast. U. S. Fish and wildlife Service. Fish. Bull. 52, (72).

7) W. F. Royce, 1952 : Preliminary report on a comparison of the stock of yellowfin tuna. U. S. Department of the interior Fish and Wildlife Service, Pacific Oceanic Fishery Investigations. (By Indo Pacific Fisheris Conference Reports).

テングサの増殖に関する研究—VI

マクサ胞子の着生について(1)*

片田　実・松井敏夫

Studies on the Propagation of Gelidium—VI.
On the Adhesion of Spores of *Gelidium Amansii* LMX. (1)

By
Minoru KATADA and Toshio MATSUI

1) SUTO (1950), in his reports on spores of *Gelidium*, noted that "the spores fix themselves on the rock surface after lying in contact with it more than ten minutes". From the results of our experiments in laboratory, however, it seems that the greater part of the just-shed spores of *Gelidium Amansii* adhere themselves on the substratum within several minutes after lying in contact with it, as shown in Fig. 1—A.

2) In another series of experiments in laboratory, we have found that the spores adhere more densely along the edge of the water-current or at the spots of the eddy, as shown in Figs. 3～6.

緒　言

マクサ *Gelidium Amansii LMX.* の胞子の着生機構について，須藤[1)2)]は「放出後は時間と共に着生力が著減する故，放出後短時間に水の流動で偶然近くの岩面に接触し，こゝに5～20分接触して止まる機会を得ると着生する」と報じた。しかし外洋に面した波浪の相当強い浅所にも，しばしばマクサの大群落を見ることから，須藤の言うよりその着生力が幾分強いか，或は他に何らかの理由がありはしないかと考えた。そこで着生所要時間について追試する一方，「海底の微地形的条件によつて制約される水の流動が，胞子の着生に好都合な条件を作り出しているのであろう」という仮説を設けて，微細な意味の底流と胞子の着生する位置との関係を室内で模型的に実験した。しかし細微底流といつても多種多様であるから，始めから実験を系統的に計画することが出来ず，全く模索的に始めたので，勢い実験回数は極めて多数にのぼつたが，今回は一部の代表的な実験について概報するに止める。

実験及び結果

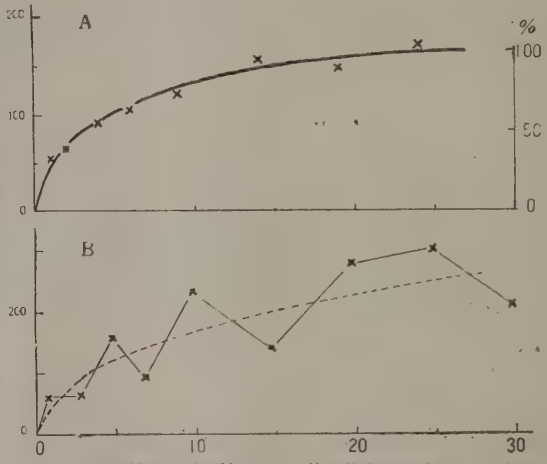
材料としては，下関市吉見町地先岩礁の大干潮線下1m前后から採取したマクサの四分胞子個体及び雌性個体を，海水で良く洗滌して用い，1951～53年の夏水産講習所実験室で実施した。

1. 着生に要する時間

実験1. 方法：先づ予備実験で海水を或程度以上激しく攪拌していれば，胞子は全く着生し得ないことを確めた。而して須藤の方法に倣い，周縁に8～9枚のデッキ硝子を並べたシャー

* 水産講習所研究業績第98号

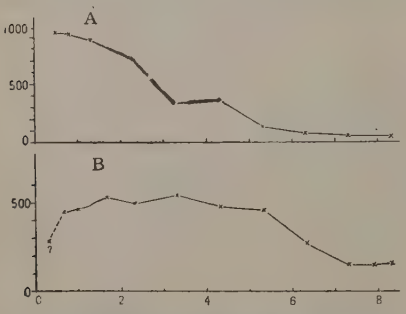
レを準備しておき，前に報じた放出の最盛時刻[3]を捉えて，激しく攪拌してある海水中に胞子を放出させ，その胞子液を上記シャーレに極く浅く入れて静置し，ヂッキ硝子を順次静かにとり上げて，清浄海水で洗滌して着生数を数えた。着生数としては前報[3]の攪拌法で述べた帯状測定による比較値を用いた。着生数と硝子面に接触した時間の関係を第1図に示す。図のAは放出後0～1時間，Bは2～2.5時間を経過した胞子液によるものである。



第1図　接触時間（横軸，分）に伴う着生量の増加。Aは放出後0～1時間，Bは同じく2～2.5時間を経過（浮游）した四分胞子による。

結果：Aでは着生可能胞子の略半数が3分以内に着生し，残余も10～20分の中には殆ど着生する。Bでも始めの数分内に着生する胞子が相当あるが，30分経つても100%には達しない様である。結局浮游している時間が長い程，着生所要時間が長くなるが，放出直後の胞子は極く短時間で固着を遂げるものと見られる。

実験2． 方法：母藻浸漬時間を10分若しくは20分に限定した外は，上の実験と同様に処理して，シリンダー中に多量の胞子液を作つた。シリンダーの底部を激しく攪拌して胞子の着生を防いでおき，母藻除去後，時間を決めて一部宛他の容器に一定水深に移し，一定時間静置した後，底においた硝子板に固着した胞子を計数した。静置時間を変えて四分胞子で2回実験した結果を第2図に示す。胞子が硝子面に接触していた時間を実験Aでは1～1.5時間，Bでは2～2.5時間にした。



第2図　放出後の経過時間（横軸，時間）に伴う着生量の減衰。Aは接触時間を1～1.5時間，Bは同じく～2.5時間にした四分胞子による。

結果：放出後2時間浮游した胞子でも1～1.5時間，又4～6時間経過した胞子でも2～2.5時間の接触時間があれば充分着生し得ること，及び約8時間を経過した胞子でも上の接触時間で一部分は着生可能であることが判つた。この結果は実験1を裏書きするものである。

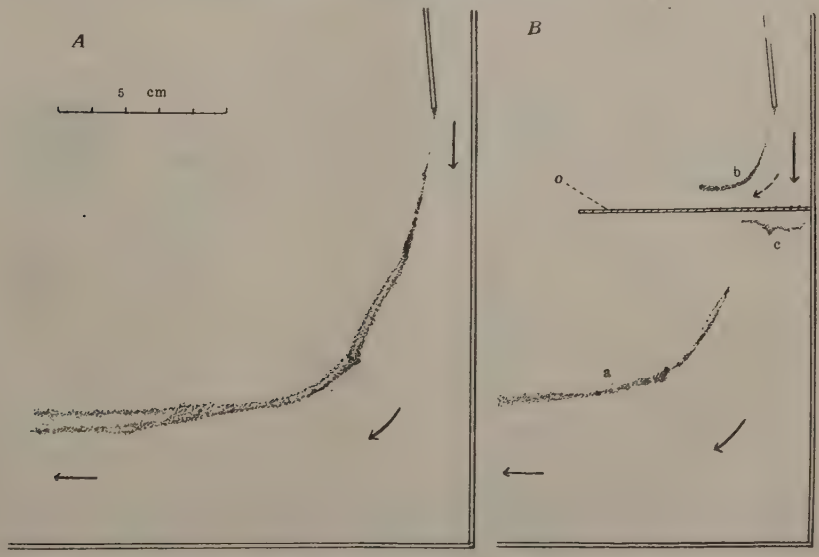
2：細微底流の着生に及ぼす影響

実験1． 方法 a：浅い直方形の容器に底から約2.5cmの高さに海水を入れ，水深より高く立てた2枚の硝子板に挟まれる水路から，自働装置の水車等で3cm/sec前後の水流を

押し出して方形の枠内を環流させ，胞子を上流で放出させた。そして水路の口と水流の直突する壁との距離を伸縮して水流の状態に変化を与えた。（第３図）。

b：第４図に示す様にａをより単純にしたもので，大型の容器を用いて環流になることを避

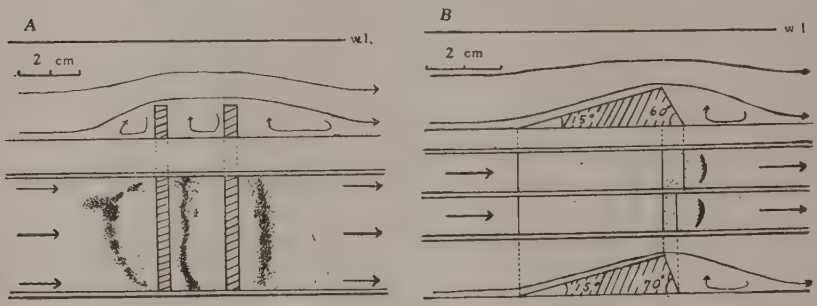
第３図　底流と着生位置の関係（潮目に於ける着生の１例）



第４図　底流と着生位置の関係（潮目に於ける着生の１例）

け，又水流を左右に分けなかつた。同図Bはこの装置に加えて，底流を直角に遮ぎる様に高さ5mmの細長いガラス板0を水路の口に立てたものである。

c：中心線の流速8cm/secの流路全幅を高さ1cmの障壁2個で直角に遮り（第5図A），或



第5図　底流と着生位置の関係（潮目に於ける着生の1例）

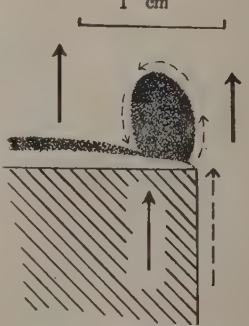
いはこの障壁を2つの斜面から成る障碍に換えて（B），放出胞子を送り込んだ。

結果：着生胞子の分布は第3～5図に示す通りで，これから胞子は基面に於ける水流の境界附近いわば潮目に寄り集つて着生することがわかる。緩・滞流部内には疎らに着生するが，これは潮目の位置より不利なのではなく，流入胞子の数が遙かに少いことに因るのであろう。

実験2． 方法：胞子が普通着生できない流速 8cm/sec の流水中で，器底に厚さ 1～2mm の硝子を適当に配置して，極めて小さな渦流を起させ，胞子を流した。

結果：胞子は渦流の中に円形に密集して着生する。この様な現象は取立てて実験しないでも常に見られる所で，最も簡単な例を第6図に示した。

細微底流による水平基面の着生については略ぼ多数の実験があるが，結論は同じであるから省略する。又 80 度という様な急斜面でも，面に接して潮目や渦流を作れば胞子は密集して着生することを確めているが，水流状態の把握が充分でないので今後精密な結果を得てから報告し度い。なほ今迄の所では，如何にしても垂直の硝子面に多量の胞子を着けることには成功していない。



第6図　底流と着生位置の関係（渦流部に於ける着生の1例）

考　　察

胞子の着生所要時間に就いては，須藤の報告とは幾分相違する様である。氏の実験[1]では放出直後の胞子の着生量は接触時間に略比例して増大し，5分以内では殆ど固着していないのであるが，筆者等の場合は指数曲線的に増大し，放出後0～1時間の胞子では5分以内に半ば以上固着してしまう。又須藤は3時間位後には殆ど着生しないと述べているが，筆者等の実験では着生所要時間は長びくが着生力を全く失つてはいない。もつとも発芽力については余り実験がないが，数時間浮游した胞子は一般に不健全である。

次に細微底流は着生に極めて大きな影響を与えている。上述の着生位置は結局水中の塵埃の

よく集る場所と殆ど一致するが，往々幾らかのずれを生ずる。例えば潮目の着生では胞子は塵埃より僅か乍ら急流側に寄つていることが多いが，この相違が胞子の有する着生力によるものであることは疑いない。

以上2つの実験結果は胞子が激浪地にも着生可能であることを物語るものである。又岩面に鋭い凹凸のあることは着生に好都合であり反対に平滑単調な面は不利であると考えられる。従来投石事業に於いては岩質によつて着生に良否を生ずることが経験されて来たが，岩質そのものよりも，それに関係する表面の凹凸の状態が着生条件として大きく働いていたのではないかと思う。片田の経験では投入石面に於ける幼芽の発芽は稜角部等の凹凸の著しい部分に多い。

底流に影響するという意味に於いて，多少の植生や固着動物の存在がマクサ胞子の着生に有利に働く場合もあり得ると思う。HATTON[4]，REES[5]，並びにNORTHCRAFT[6]の植生連続の研究によれば，削除された岩表面に最初に繁茂する *Enteromorpha*, *Ulva*, *Porphyra* 等の一年生海藻は，次の植民者である *Fucus*, *Pelvetia*, *Rhodoglossum*, *Iridophycus* 等の多年生海藻の卵や胞子の着生を助け，結局これらによつて排除されると言う。これについて，筆者等は先住の植生が細微底流を拘束して胞子の着生に好都合な潮目や渦流を作る場合があるに違いないと考える。この現象は群落遷移学の立場からも究明しなくてはならないが，テングサ類等の多年生海藻増殖のための投石及び除藻の方法，特に時期について再検討を要する問題であるから，今後は室内許りでなく，野外の実験も実施したいと思つている。

終りに本論文を御校閲下さつた九州大学瀬川宗吉博士に厚く御礼申し上げる。

文　　献

1）須藤俊造：1950. テングサの胞子の放出浮遊及び着生（海藻の胞子付けの研究第6報），日水会誌，*15* (11), 671—673.

2）　　　：1950，海藻の胞子の放出・散布及び着生に関する研究（海藻の胞子付けの研究第8報），日水会誌，*16* (1)，1—9.

3）片田　実・松井敏夫外3：テングサの増殖に関する研究—V. マクサの胞子放出について (1)，日水会誌，*19* (4), 471—473.

4）HATTON, H.: 1932. Quelques observations sur le repeuplement en Fucus vesiculosus des surfaces rocheuses denudees, Bull. Lab. Mar. Saint-Servan, *9*, 1-6.

5）REES, T. K.: 1940. Algal colonization at Mumbles Head, Jour. Ecol., *28*, 403-437.

6）NORTHCRAFT, R. D.: 1948. Marine algal colonization on the Monterey Peninsula, Calif., American Jour. Bot., *35* (7), 396-404.

橈脚類 *Calanus darwinii* の形態特に生殖器官に関する二、三の観察*

千　葉　卓　夫

Some Observations on the Morphological Characteristics especially on the Reproductive organ of Copepoda, *Calanus darwinii*

By
Takuo CHIBA

The furcal setae of Copepoda are often ramified into several branches. Such deformity has been reported by T.Mori in such as *Calanus darwinii*, *Cal. vulgaris*, *Undeuchaeta plumosa* in 1937. Besides the above mentioned species, I have observed such defomity in *Calanus pauper*, *Cal. gracilis*, *Undeuchaeta* sp.

These phenomena of deformity were also found in the last thoracic segment of female of *Calanus darwinii*. The occurrence of the deformity is about 0.2 percent. The function of the 5th pair of feet in male has been reported as supplementary organs of copulation or grasping organ, but I believe that a pair of feet furnished with spermatophore is the grasping organ.

In the furcal styles of female there is the egg-chamber(as a provisional name), and 20～40 eggs already fertilized are stocked. The early development of eggs occurred in the egg chamber, but not developed to nauplius stage, and spawn out at early morula stage. The incubation-type of this species can be recognized as the most adapted to pelagic life. The distribution of this species was seen as dominant one at the Mid Pacific Ocean in February and March, 1953.

I 緒　　言

Giesbrecht und Schmeil(1898), A. Scott,(1909), 佐藤('13), 森('29,'32, '37)は橈脚類 *Calanus darwinii* の分類学的記載を行つたが生殖についての報告は筆者の知る範囲では，未だ之を見ない。中部太平洋で採取した本種の形態的特徴及び生殖について観察した結果を報告する。本文を草するに当り，貴重な標本を提供された本所の石山礼蔵教授及び高井徹講師に深く感謝の意を表する。

II 形 態 的 特 徴

Calanus darwinii の形態的特徴は次の通りである。即ち体長は雌雄共2～2.8mm，前体部は雌雄共五環節で，後体部は雄は六環節，雌は五環節よりなる。雌では後体部の生殖節及びその次節に鋸歯状刺を有するが，雄は有しない。最後胸節は雄は円く，雌は両側共突起するが，左右不相称で，左側は右側より稍々長く，尖らない。雄の第一触角は24節よりなり，体長に等しく，その基節は甚だしく長く，外縁に棍状突起を有す。雌は25節よりなり，最後の三節

* 水産講習所研究業績第99号．1953年11月第24回日本動物学会（京都）にて発表．

は体長を越す。叉肢は左右相称で，長さに比して幅が比較的広い。雌は第二，第三胸肢の外葉第三節目の外側に歯状棘を有する。雄の左方第五胸肢は鉗子状をなし長く突出し，中央に盲腸状の突起を有する。

III 畸　　形

Copepodaの叉肢刺毛は屢々分岐し，畸形を呈することがある。森(1929)はこの分岐の特徴から*Calanus darwinii*を*Cal. comosus*なる新種として報告したが，後(1937)之を訂正した。森は亦，丸川(1908)が*Cal. orientalis*なる新種としたのは*Cal. vulgaris*と同種異名であるとした。森は叉肢刺毛の分岐を更に*Cal. vulgaris*, *Undeuchaeta plumosa*にも認めたが，筆者は以上の外に*Cal. pauper*, *Cal gracilis*, *Undeuchaeta* sp. にも認めた。斯る畸形の出現率は甚だ稀で，*Cal. darwinii*の場合500個体に対し1個体の割合であつた。この畸形現象は雌雄共に見られるが，雌の方が稍々多いようである(Fig. 1. A. B)。この畸形は左右相称に出現するときと，然らざる場合とがある。叉肢刺毛の畸形は*Candacia simplex*の雌にも見られ，正常のものは左右相称で六本の刺毛を有するが，畸形のものは甚だ

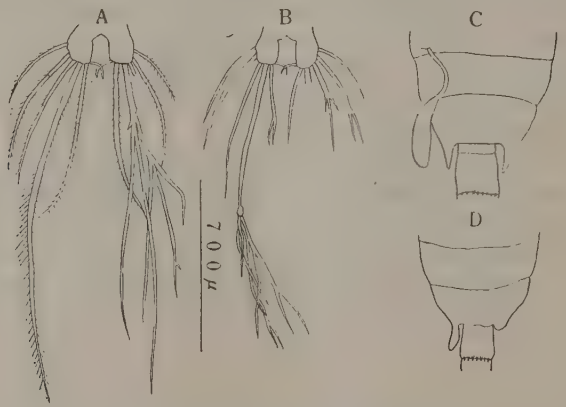
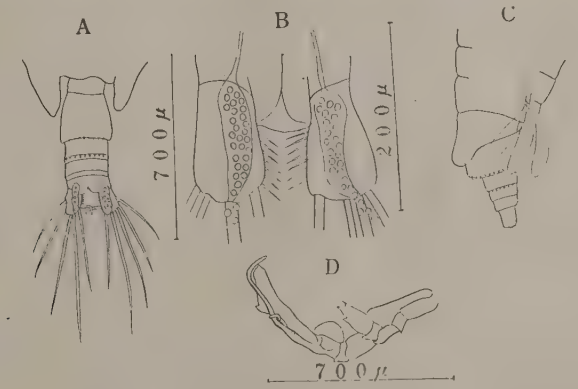


Fig. 1. A. Deformity of furcal setae. ♀
B. Deformiy of furcal setae. ♂
C. Typical type of last thoracic segment. ♀
D. Deformify of last thoracic segment. ♀

しく異なり，数が半減し，その中特に一本が長く且太い。次に畸形は*Cal. darwinii*の雌の最後胸節の右左両後角に見られ，典型的のものは左側が右側より幾分長いが，時には左側が甚だしく長く，著しく不対称を呈することもある(Fig. I. C. D)。更に畸形は叉肢そのものにも見られ，特に叉肢の甚だしく長いもの，例へば*Tortanus forcipatus*, *Tor. gracilis*, *Corycaeus crassiusculus*等に観察された。後体部の甚だしく長い*Oithona plumifera*, *Oit. similis*, *Oit. nana*等の生殖節以下の諸節にも同様見られた。斯く橈脚類では往々にして畸形が見られるから，叉肢或は叉肢刺毛の形態，数及び太さの差異等は種の特徴とはならず，畸形或は変形と取扱はねばならない。故に同定に当つては特に留意せねばならぬ事である。

IV 生　　殖

a. 抱卵型式　Copepodaの抱卵型式は体外と体内に抱卵する二型があり，体外に抱卵するものは更に之を区別すると粘着卵を胸肢に附着するか，或は1～2個の卵嚢を生殖節に附着するかの何れかである。この型の卵は Copepoda の中では一般に大形で少数であることが特徴である。第二の体内に抱卵する場合は卵嚢内，子宮内に蔵するものと，特殊な抱卵をなすものとがあり，この型に属する卵は小形で多数であることが特徴である。*Cal. darwinii* の抱卵は Copepoda 中でも特殊なもので，叉肢間にある卵室（仮称）ともゆうべき腔所に蔵する（Fis. 2，B)。その卵は経40～60μの小形卵で，数は 20～40個位である。この卵室は，ミジンコの育嚢と同じ様なものと思はれる。本種の様に叉肢の幅の広いものは，叉肢の甚だしく長いもの，例へば，*Lucicutia flavicornis* と同様に卵室を有し，抱卵に好都合の構造をしている。本種の様な抱卵型式は浮游生活への最も進んだ適応現象と見做れよう。



Fgi. 2. A. Dorsal view of abdomen. ♀
B. Fetilized eggs in egg-chamber of turcal style. ♀
C. Lateral view with spermatophore.. ♀
D. 5th pair of feet. ♂

b. 精嚢　Copepoda 中では比較的大きく，長さ約 150μの単一の嚢で，中に精子を充満する。之は交接により雌の生殖孔に，時には胸節に附着され，多いときには5～10個が附着する場合がある。精嚢は長い輸精管で生殖孔に連絡する。精子は遂次放出され，受精を完了する。精嚢内の精子は多数であり，一個の精嚢で卵全部を充分受精せしめるし，更に多いときは 5～10 個の精嚢から精子が放出されることから，*Calanus darwinii* では多精受精が行われ，卵嚢形成回数が尠いときには死卵となることは尠いように考えられる。精子を放出した空虚の精嚢は透明となり，雌の生殖孔にしばらく附着している（Fg. 2，C)。

c. 交接　Copepoda の雄の第五胸肢は種々様々の構造をなし，鉗子状，兜虫形，先端が二又或は三又するもの，突起するもの，甚だしく隆起するもの，尖端の鋭いものなど特殊構造を呈し，種の同定の標準になつている。このものは従来の報告では把握器官及び交接補助器官とされているが，筆者は *Calanus darwinii* の第五胸肢を，*Euchaeta marina, Euch. flava, Euch. wolfendeni* 等と同様に精嚢を雌の生殖孔或は胸節に附着せしめる作用をする精嚢把握器官であると見做している。この第五胸肢は他の胸肢より一層甚だしく長く，且複雑な構造をなし，多くの場合鉗子状の突起部に精嚢を纏絡し，之を雌の生殖孔に附着する(Fig. 2．D)。第五胸肢は Gymnoplea の殆んど全部の雄が之を有するに反し，雌では之を缺くものが相当

数あり，しかも甚だ簡単な構造をしていることから，雄で生殖時期に精嚢を体外に有するものでは，第五胸肢は多くは精嚢捕捉器官と考える方が妥当であろう。亦多くの Podoplea の様に精嚢を形成せず，交尾により直接雌の生殖孔より貯精嚢に附着するものの第五胸肢は，雌のそれと同様に簡単な構造をなすか，或は退化して之を缺くかであるから，この場合は交接補助器官とも見做れようが，斯る例は寧ろ前者の場合より尠い。

精嚢は仮令雌の生殖節以外の他の節に附着した場合でも長い輸精管で連絡し，その先端は必ず生殖孔に開口する。Copepoda の頭胸部に位置する子宮内で形成された卵は，輸卵管を通じて生殖節で精嚢或は貯精嚢から精子を受け受精を終了し，*Calanus darwinii* では更に卵嚢に至り，卵割を開始する。Copepoda 発生様式には二型があり，体外に卵嚢を形成するものでは，卵嚢内で発生し，Nauplius stage で卵嚢膜を破り直ちに自由浮游生活に這入るが，*Cal. darwinii* の受精卵は卵嚢に Nauplius stage まで保存されることなく，叉肢先端より逐次発生初期に体外に放出される。

V. 分　　布

本種の分布は W. Giesbrecht und O. Schmeil 及び A. Scott が太平洋，大西洋の暖流水域から，本邦では森が黒潮水域，秋季には対馬海流により津軽海峡及び北海道西岸附近に分布するが，その出現量は尠いと報じた。筆者は本種が中部太平洋（フェニックス諸島，ギルバート諸島，マーシャル群島沖）で2.3月頃優占種として出現し，この期間は動物性プランクトンの生殖時季に該当し，雌雄の出現率も殆んど同率であることが判つた。

VI. 摘　　要

1．本種の畸形現象は叉肢刺毛及び最後胸節に見られたが，その出現率は低い。
2．抱卵型式は特異性があり，叉肢内に卵嚢(仮称)を有し，中に受精卵を 20～40個を蔵す。
3．第五胸肢は交接補助器官より寧ろ精嚢捕捉器官であると思考する。
4．受精卵は他の Copepoda の様に Nauplius stage まで保存されることなく，発生初期に放出される。

VII. 文　　献

1) 花岡　資：1939. 真正橈脚類の生殖 I. II. 科学, 9 (13), 493～496, 533～536.
2) Giesbrecht, W. und Schmeil, O.: 1898. Das Tierreich 6, Copepoda I. Gymnoplea, 17.
3) 森　喬以：1929. 朝鮮海峡より採集せし浮游橈脚類に就きて及び二新種の記載，動物学雑誌, 41, (486), 161～177.
4) ――――：1932. *Calanus* の疑はしき変異形，幼者及其の分類学上の考察，動物学雑誌, 44, (519～520), 33～34.
5) Mori, T.: 1937. The pelagic Copepoda from the neighbouring waters of Japan, Yōkendō Tokyo. 18～19.
7) Scott, A.: 1909. The Copepoda of the Siboga Expedition in the Dutch East Indies 1899～1900. Part 1. Free swimming, littoral and semi-parasitic Copepoda(Siboga-Expedition), 29～30.
6) 佐藤忠勇：1913. 浮游性橈脚類，水産調査報告（北海道水産試験場），1 (10).

北洋鮭鱒漁場に於けるプランクトンの分布について*

鶴田新生・千葉卓夫

On the Distribution of Plankton at the Fishing Ground of Salmons in the North Pacific Ocean 1952

By
Arao TSURUTA and Takuo CHIBA

This investigation was made on the distribution of the plankton at the fishing ground of salmons in the North Pacific Ocean, from Aleutian Islands to near the coast of Kamchatka, during a period of June to July, 1952. The following results were obtained.

The plankton was comparatively monotonous in composition but abundant in volume. The dominant species in these regions are shown in Table 1. From the point of distribution of Diatoms these areas can be separeted in six regions (A, B, C, D, E, F) as shown in Fig. 1 and Table 2.

From the condition of plankton-distribution, it can be inferred that the warm current and the cold current are mixed there. Near D, E, F regions the cold water current slips into about 100 meter depth and Zoo-plankton predominates at upper layers, so that these regions can be considered as the suitable fishing ground for salmons through a long period.

緒　　言

1952年5月北洋鮭鱒漁業再開に伴い，本所練習船俊鶻丸は漁業監視の任に当つた。筆者の一人鶴田は乗船して海洋観測並びに生物採集に従事し，この際採集した50余地点のプランクトンを調査したので，ここに報告する。本文を草するに当り種々御便宜を与えられた豊田正謙，吉田裕両教授並びに船長佐々木幸康助教授，採集に協力された三木衛氏外乗組員各位に深謝の意を表する。

採集法及び定量法

北原式定量網（口径25cm，長さ1m，ミュラーガーゼ No. 5）を用いて，T.S. 手動電動測深儀により深度150mから毎秒1mの速さで表面まで垂直採集を行つた。特に垂直分布の調査に当つてはナンゼン式開閉採集網（口径 20cm，長さ1m，ミュラーガーゼ No. 5）により20m毎に区分採集を行つた。採集物をホルマリンで固定し，後日本所研究室で検鏡し，特にマクロプランクトンについては個体算出を行つた。採集地点を第1図，採集日を第2表に示した。

---

* 水産講習所研究業績第100号．1953年5月　日本水産学会中国・四国支部例会（下関）にて発表

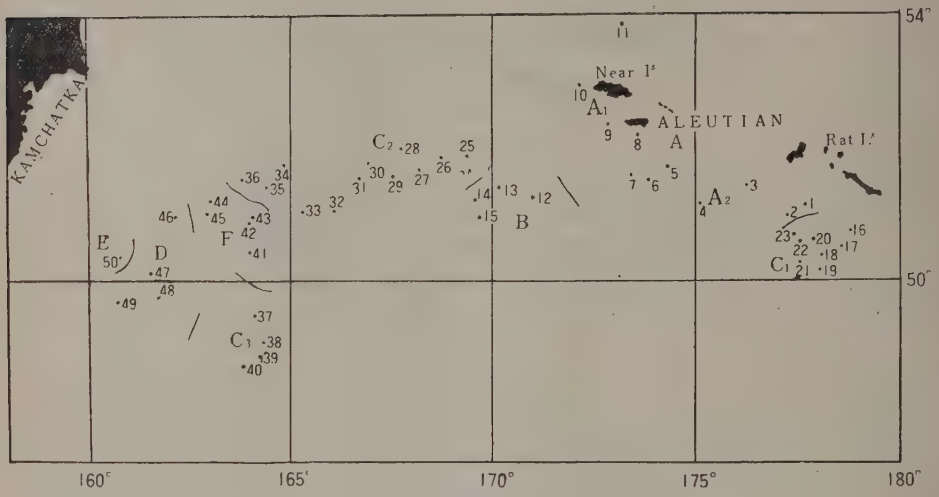


Fig. 1. Map showing the place of collection of sample.

プランクトン組成

各地点の種類組成は何れも単調であるが，量的には極めて豊富である。しかし植物性プランクトンは出現種属に多少の変化と特性をボしている。本調査海域に多く出現したプランクトンを第1表に示した。

Table 1. Leading species in the waters of the northern Pacific and western Aleutian Islands.

1. Diatom	*Chaetoceros atlanticus, Ch. criophilum, Corethron histrix, Rhizosolenia hebetata, Thalassiothrix longissima, Coscinodiscus asteromphalus*
2. Dinoflagellata	*Ceratium longipes*
3. Tintinnoinea	*Ptychocylis obtusa, Parafavella jorgensenii, P. ventricosa*
4. Medusae	*Aglantha digital, Muggiaea atlantica*
5. Polychaeta	*Tomopteris pacifica*
6. Chaetognatha	*Sagitta elegans*
7. Amphipoda	*Parathemist sp.,*
8. Schizopoda	*Thysanoessa sp., Euphausia sp.*
9. Copepoda	*Oithona similis, Calanus plumchrus, C. cristatus, Eucalanus bungii bungii*
10. Gastropoda	*Limacina helicina*
11. Plankton larva	Copepoda nauplii

1. 植物性プランクトン

Chaetoceros atlanticus。St. 1～11に豊富に，St.37～49では普通に分布し，特にNear Is. 近海（St. 8～11）では7月上旬になると濃密に繁殖して海水は黄褐色に変じて，水色6に相当した（フォーレルの比色計）。他の地点ではその出現度は低く，特にSt. 41～45 に於ては全く検出出来なかつた。

Chaeto. criophilum。本種は総ての地点に亘つて分布が認められるが，St. 8～23，46～

49 に出現度が高く，St. 1～7，24～40，50 では普通に，St. 41～46 では低い傾向が認められた。

Chaeto. socialis。従来本種は寒海沿岸性とされているが，本調査に於ても Kamchatka に最も近い St. 50に極めて豊富に出現していた。又 St. 1～11 の Aleutian 近海にもその分布が認められ，特に St. 10 では *Chaeto. atlanticus* と共に出現度は高い。しかし他の地点では本種の分布は全く認められなかつた。

Corethron histrix。総ての地点に多量出現したが，特に St. 1～7，12～15 では出現度は高く，St. 41～45 では急激に低下していた。

Coscinodiscus asteromphalus。本種も総ての地点に多量分布していた。St. 37～40 に於てその出現度は最も高いが，他地点の出現度は単調であつた。

Thalassioihrix longissima。少量ではあるが総ての地点に出現し，特にSt. 1－7，46－50 では出現度は増加していた。

Rhizosolenia hebetata。*hiemalis, semispina* の二型が出現した。*hiemalis* は北海に多い種であるが，本海域には St. 1～11 に普通に，St. 12～40 に少量検出した程度で出現度は割に低い。*semispina* は St. 1～7，46～50 に多量出現した外は他地点では出現量少なく，特に St. 24～45 では全く消失していた。

Nitzschia seriata. St. 12～15，46～50 に多く，St. 1～11 に少量出現した外は，他地点にはその分布は認められなかつた。

此等の外 *Chaetoceros, Thalassiosira, Rhizosolenia* 等の２，３種が出現したが，量的には少く，何れも陸地に近い St. 1～11 及び St. 50 に出現していた。以上の様に，出現する硅藻の分布より調査海域を次の６区に分けることが出来よう（第１図，第２表参照）。

A区（St. 1～11）。優占種は *Chaeto. atlanticus* であり，*Chaeto. socialis* 等沿岸性硅藻類の出現が多く，量的にも極めて豊富な海区である。又この区は沿岸部 A_1（St. 8～11）と沖合部 A_2（St. 1～7）に別けられる。

B区（St. 12～15）。*Chaeto. criophilum, Corethron histrix* が優勢に出現し，*Nitzschia seriata* が多いが，出現種はA区に比して減少している。

C区。C_1（St. 16～23），C_2（St. 24～36），C_3（St.37～40） この３つの区域は地理的に離れているが，硅藻類の組成は極めて類似している。優占種は *Coscino. asterompalus* で，次いで *Chaeto. criophilum, Corethron histrix* が多い。多くの種類は消失して，組成は更に単調となつている。

D区（St. 46～49）。B区に類似して多量の *Nitzschia seriata* が出現し，C区に比して硅藻類の出現量は増加している。特に *Rhizosolenia* 属が多い。

E区（St. 80）。*Chaeto. socialis* が豊富に出現したことと，沿岸性の硅藻類が多種出現した事はA区に類似しているが，A区の優占種である *Chaeto. atlanticus* は減少している。優占種は *Chaeto. socialis* で，次ぎに*Chaeto. debilis* が挙げられる。

F区（St. 41～45）。硅藻類の出現が最も少い区で *Coscino. asteromphalus* が多く出現した外，*Chaeto. criophilum, Thalassiothrix longissima* が少量検出されたのみで他の種類は殆んど消失している。

Table 2. Associations of plankton in each regions.

Region	A1	A2	B	C1	C2	C3	D	E	F
Station	8~11	1~7	12~15	16~23	24~36	37~40	46~49	50	41~45
Date	6~7/VI 5/VII	7~25/VI	26~28/VI	29/V~3/VI	25/VI~1/VII	9~27/VII	22/VII	27/VII	11~19/VII
Surface water temperature °C	4.8~5.0	5.0~5.9	5.5~6.2	4.5	5.0~6.2	6.2~7.6	9~10	9.4	6.8~9.5
100m temperature °C (an average)	3.0	4.0	3.3	3.4	2.6	2.7	1.4	1.7	1.4
Transparency (m)	6~10	10	10~15	15	12~16	14~16	14	6.5	12~14
Water colour	5~6	4~5	4	3~4	3~4	3~4	4	6	3
Phyto-plankton									
Chaetoceros atlanticus	C C C	C	+	R	R	+	+	R	—
Ch. criophilum	C	+	C	C	+	+	C	+	R
Ch. socialis	+	+	—	—	—	—	—	C C	—
Ch. decipiens	R	R	—	—	—	—	—	R	—
Ch. debilis	R R	R R	—	—	—	—	—	C	—
Coretnron histrix	+	C C	C	+	+	+	+	+	R R
Rhizosolenia hebetata f, hiemalis	+	+	R	R	R	R	R R	—	—
Rhizo. hebe. f. semispina	R R	C	R R	R R	—	—	C	+	—
Rhizo. alata f. gracilima	R R	R R	R R	R R	—	—	R	R	—
Rhizo. imbricata	R R	R R	R R	—	R R	—	+	+	R R
Thalassiothrix longissima	R	+	R R	R	R R	R R	+	+	R
Thalassiosira sp.	R R	R R	—	—	—	—	R R	R R	—
Coscinodiscus asteromphalus	+	C	+	+	C	C C	C	+	C
Nitzschia seriata	R	R R	+	—	—	—	C	+	—
Paralia sulcata	R R	R	R	R	R R	R	R R	R R	R R
Zoo-plankton									
Peridinum roseum	R R	R R	—	R R	—	—	—	+	R
P. excentricum	—	—	—	—	—	—	—	R	R R
Ceratium longipes	R	R	+	R R	R R	R R	R R	+	R R
C. lineatum	R R	R R	R R	—	R R	R R	R	R	—
C. fusus	R R	R R	R R	—	R R	R R	R	—	R R
Ceratium tripos var atlanticum	R R	R R	R R	R R	—	—	—	—	—
Acanthostomella norvegica	R R	R	R R	R R	—	—	R R	—	—
Ptychocylis obtusa	R R	R	+	R R	+	R	R	R	R
Parafavella subrotendata	R R	R	R R	R R	R	—	+	—	—
Para. jorgensenii	R R	R	+	R R	+	R R	+	R	—
Para. ventricosa	R	R R	+	R	R	R	—	R	—
Codonellopsis frigida	R R	R R	R R	—	R R	—	—	R R	—
Proplectella columbiana	—	—	—	R R	R R	R R	R	R	R R
Salpingella sp.	—	—	—	—	—	R R	R R	R	—
Oithona similis	C C	C C	C C	C C	C C	C C	C C	C C	C C
Microsetella rosea	R	R	R	R	R	R	R	R	+
Oncaea sp.	R	R	R	R R	R	R	R	R	R
Pseudocalanus elongatus	R R	+	R	R	R	R	R	R	+
Scolecithricella sp.	—	—	R R	R R	—	—	R R	—	R R
Metridia lucens	R	+	+	—	+	+	R	—	—
Gaetanus armiger	—	—	—	—	R R	R R	R R	—	—
G. sp.	R R	—	—	—	—	—	—	—	—
Pleuromamma xiphias	—	+	R R	—	R	R	—	—	R
Scaphocalanus echinautus	—	R R	R R	—	—	—	—	—	R R
Euchaeta japonica	—	R R	—	—	—	R R	—	—	—
Nauplii copepoda	C	C	C	C C	C	C	C	C	C
Eggs fish	R	R	R	R R	R R	R R	R	+	R R
Trochophora larva	R R	R R	R R	—	R R	R R	—	—	—

2. 動物性プランクトン

前項で区別した各区について動物性プランクトンの分布を比較すると(第2表 Zoo-plankton の項参照), 硅藻類に生態的に類似した Dinoflagellata 及び Tintinnoinea は相互の出現比率に特性が表れ, B, C_2, E区に多く出現し, F区では少い傾向が認められた。他の小型のプランクトンでは各区共出現量には大きな変化は認められず単調な分布を示していた。

鮭鱒の餌料と考えられる2mm以上の動物性プランクトンをマクロプランクトンとして個体

算出し，採集回数で除して各区の種類別比率を第3表に示した。最も多量に出現した種は Copepoda の *Calanus plumchrus* で全区に亘つて出現量の大半を占めている。次に *Eucalanus bungii* が多く E，D，C_3 区では特にその量は増大していた。最も大型の *Calanus cristatus* が硅藻の最も稀薄な F 区に多量出現していたことは興味深い。Schizopoda は運動性が強く，使用した網では採集が不適当なために検出量少く，従つて精確な割合は求められなかつた。Amphipoda は C_2, F海区に多く，これ等の海域を調査した7月上旬～中旬が生殖時期に該当し腹部に 10 数尾の仔を抱いた雌2，3を認めた。*Sagitta* は殆んど全区に単調に分布していた。A_1 の St. 9，10の 2点では硅藻群に混じて2尾，23尾のタラ属の仔魚が夫々出現し，この附近にタラの産卵場を推定し得る。

Table 3. Associations of Zoo-plankton in each region.

Region	A_1	A_2	B	C_1	C_2	C_3	D	E	F
Mean number of individuals in a haul.	162	274	256	208	297	396	405	518	376
MACRO-PLANKTON (%)									
Calanus plumchrus	45.93	65.98	49.55	56.58	57.97	46.14	46.80	18.80	42.47
C. cristatus	8.52	7.91	3.12	6.09	1.98	2.45	10.51	4.46	24.57
C. tenuicornis and *Calanus* young	8.77	6.33	12.48	19.80	13.72	12.05	13.77	11.08	9.74
Eucalanus bungii bungii	9.38	8.09	19.38	7.63	8.15	26.44	21.26	46.75	14.16
Schizopoda	0.74	1.10	0.52	0.78	1.14	0.61	—	0.77	1.03
Amphpipoda	0.62	3.78	0.26	3.66	10.77	1.33	2.22	1.16	4.18
Conchoecia elegans	7.25	0.24	0.65	0.48	0.79	0.15	—	—	0.15
Sagitta elegans	6.54	1.40	5.98	0.96	1.19	7.11	3.46	11.05	1.28
Polychaeta	0.49	0.61	0.78	0.48	0.84	0.90	0.49	0.58	0.25
Medusae	2.35	2.68	5.33	1.62	1.87	1.36	0.87	2.32	0.59
Larval-fish	3.09	0.06	—	—	—	—	—	—	0.05
Veliger-larvae and *Limacina helicina*	1.97	0.73	1.95	1.80	1.53	1.06	0.62	0.39	1.08
Zoea-larvae	1.60	0.30	—	—	—	0.04	—	0.70	0.25
Oikopleura spp.	9.75	0.79	—	0.12	0.05	0.36	—	1.94	0.20

Lat. 51° 15'N, Long. 163°E の地点で7月23日より翌24日に至る間，動物性プランクトンの垂直分布について調査した結果を第4表に水温の垂直分布を第2図に示した。

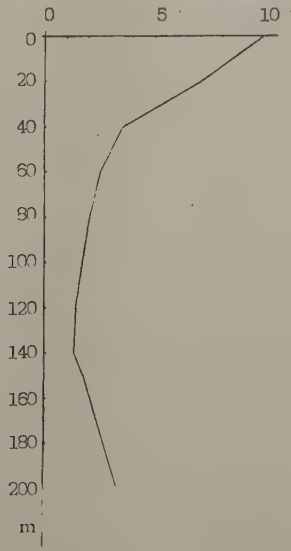


Fig. 2. Vertical distribution of water temperature.

これは18，22，3，5，8時の各時刻に採集した各層のプランクトンについて，夫々個体数を求め，各層の百分率を算出したものである。主要なプランクトンは殆んど深度60m以浅に多く，特に水面近くなるに従つて多量に出現する傾向がうかがわれた。しかし *Eucalanus bungii bungii*, *Pleuromamma xiphias* のみは100m前後に多く上層及び下層になるに従つて減少している。水深100m層に冷水塊が潜入し躍層を成しているが，元来深層性である *Calanus plumchrus*, *C. cristatus* が多量上層に分布していたことは，この躍層の影響に依るものと考えられる。猶，当海域で漁獲した鮭鱒の胃内容物を調査したところ，*Parathemist*, *Limacina helicina*, *Calanus cristatus*, *C. plumchrus*, *Sagitta*, Zoea larva 等が多量捕食されていた。

以上から動物性プランクトンの大部分の種は広範囲に亘り上層部に豊富で，鮭鱒の主要餌料となつているものと察せられる。

Table 4. Vertical distribution of the zoo-plankton.

Leading species	Total Number		Depth in meters							
			0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	100—120	120—140	140—
Calanus cristatus	102	%	6.9	76.5	8.8	5.9	1.9	—	—	—
Calanus plumchrus	166	〃	84.4	9.0	4.8	1.2	0.6	—	—	—
Calanus young	544	〃	32.2	18.8	36.5	8.7	6.8	2.0	—	—
Eucalanus bungii bungii	300	〃	1.0	9.0	17.4	12.3	24.3	19.0	10.0	7.0
Parathemist sp.	497	〃	88.5	8.7	2.6	0.2	—	—	—	—
Sagitta elegans	27	〃	70.4	14.8	7.4	3.4	3.4	—	—	—
Limacina helicina	67	〃	46.3	34.3	14.9	4.5	—	—	—	—
Zoea larva	5	—	+	+	—	—	—	—	—	—
Pseudocalanus elongatus	109	〃	60.6	34.9	4.5	—	—	—	—	—
Euphausia sp.	4	—	—	—	+	+	+	—	—	—
Pleuromamma xiphias	11	〃	—	—	27.3	27.3	27.3	9.1	9.0	—
Oithona similis	131200	〃	55.9	15.4	21.5	4.9	2.3	—	—	—
Copepoda nauplii	65200	〃	48.2	13.5	27.9	8.6	1.8	—	—	—

考　　察

硅藻類の分布によつて調査海域に6つの区域を認めたが，船の任務上並びに連続的荒天の為計画的に観測採集することが不可能であつた事と，調査期間が2ケ月の長期間に亘つた事から，ある程度の時期的ズレを生じていることは争えない。しかし総体的に見て，本海域の硅藻の分布は，水温の上昇に伴つて大増殖する沿岸性プランクトンのため陸地寄りに濃密な分布が見られ，大洋部になるに従い稀薄となつているといえる。

本海域は北上する黒潮系水塊と南下する親潮系水塊の混合海域であり，両水塊の混合の程度は出現するプランクトンの種類及び比率で推察されるであろう。相川（'32）は西部 Aleutian Is. 近海の夏季プランクトンの性状について，Bering 海側に於ては *Chaeto. atlanticus*, *Thalassiothrix longissima*, *Denticula sp.*, *Calanus plumchrus*, *Oncaea venusta*, *Parafavella* が多く，太平洋側では *Chaeto. criophilum*, *Nitzschia seriata*, *Eucalanus elong.*, *Codonellopsis morchella* が多く出現すると報告した。これ等の事から考察して，上層部に於てはA，B，C区では両水塊が良く混合し，F区では100m層に冷水塊が潜入しているにもかかわらず，上層では却つて暖流水塊の影響が強い様に考えられ，D，E区も100m層に冷水塊の潜入が見られたが，上層部は暖流水塊の影響がやや強い傾向がうかがわれる。

A_1区に於て6月上，中旬は動植物性プランクトンに富み，特に稚魚，稚イカ等多く西に洄

游する鮭鱒群は索餌の為一時停滞し好漁場を呈したが，　7月上旬以降に至ると　*Chaeto. atlanticus* 及び *Chaeto. socialis* の濃密な大増殖により，　魚道は却つて阻害されるのではないかと思考される。D，E区では7月に至り長期間の好漁場を呈したが，これは之等の海区が魚群の洄游路に該当し，しかも水深100m前後に潜入している冷水塊（水温1.5°C）の影響で上層部に特に動物性プランクトンが豊富になり，且つ鮭鱒の食性から判断にして其処に索餌魚群を停滞した為と推定される。

摘　　要

1．本研究は '52 年6月から7月に至る間 Aleutian 近海より Kamchatka 沿岸に及ぶ北太平洋鮭鱒漁場のプランクトンの分布について調査したものである。

2．プランクトンの組成は割に単調であるが量的には極めて豊富である。本海域に卓越する種属を挙げると次の如きものであつた。

Chaeto. atlanticus, *Chaeto. criophilum*, *Corethron histrix*, *Rhizo. hebetata*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Sagitta elegans*, *Ceratium longipes*, *Ptychocylis obtusa*, *Parafavella spp.*, *Aglantha digital*, *Parathemist sp.*, *Oithona similis*, *Calanus plumchrus*, *C. cristatus*, *Eucalanus bungii bungii*, Copepoda nauplii, Gastropod veliger, *Limacina helicina*

3．植物性プランクトンの分布状況から本調査海域にA，B，C，D，E，Fの6区を認める事が出来，プランクトン組成の性状より暖寒両水塊の混合が推察される。

4．D，E及びF区が6月下旬より7月下旬に亘つて鮭鱒類の好漁場となつたのは，之等の海区の上層に鮭鱒類の主要餌料と思われる大型の動物性プランクトンが豊富に分布し，従つて其処に索餌魚群を停滞せしめたこと，更に水深100m附近に冷水層が潜入して魚群と餌料動物とを上層に濃縮して居た為と推定される。

文　　献

1) 相川広秋：1952. 西部 Aleutian Islands 近海に於ける夏季の性状に就いて，日本水産学会誌，1 (2)，1～5

2) 相川広秋：1933. Okhotsk Sea の秋季浮游生物の性状に就いて，日本水産学会誌，2 (4)，175～182

3) 元田　茂，安楽正照：1951. 石狩湾に於けるプランクトンの垂直分布の一例，日本海洋学会誌，6 (4)，194～200

4) 中井甚二郎：152. アリューシャン近海に於ける鮭鱒の餌料とプランクトンについて，　水産界，No. 815，60～65

中部太平洋鮪漁場のプランクトンについて*

鶴田新生・千葉卓夫

On the Plankton at the Fishing Ground of Tuna in the Mid Pacific Ocean (1953)

By
Arao TSURUTA and Takuo CHIBA

The present investigations were made on the material from the seas of Northern part of Marshal Archipelago, near Gilbert Islands, Phoenix Islands and etc, in winter of 1953.

Plankton was rather scarce in the northern seas of Marshal Archipelago where the sea water is affected by the northern-equatorial current, while it was found more abundant in the seas of Gilbert Is. and Phoenix Islands, under the influence of the southern and anti-equatorial currents.

Planktonilla sol, belonging to warm oceanic plankton, is the dominant species of phytoplankton, and *Rhizosolenia imbricata*, *R. Bergonii*, *R. alata* are next to it. *Thalassiothrix longissima* was commonly found in these areas, therefore it is evident that this species can survive in a great extent of the sea.

Among the zooplankton Dinoflagellata and Copepoda were found in abundance, and the important species of zooplanktons are as follows: *Ceratium spp.*, *Sagitta spp.*, *Calanus darwinii*, *Calocalanus pavo*, *Euchaeta marina*, *Scolecithricella dana*, *Oithona plumifera*, *Corycaeus spp.* and *Oncaea venusta*.

緒　　言

南方諸海区に於けるプランクトンの究明は，漁場の餌料的見地から又黒潮の影響の著しい我が国近海のプランクトンとの比較研究する上からも有意義であると思われる。しかし従来該海域のプランクトンに関する報告は少なく，W.AllenとE.Cupp('35)がジャバ海，丸川氏('39)の南洋群島近海，元田氏('39,'41)，時岡氏('42)のパラオ諸島周辺及び岩山湾，C. B. Wilson, ('50)のフイリッピン群島近海のプランクトンについての報告がある程度である。本所の練習船俊鶻丸が'53年1月より3月上旬に至る間，南方マグロ漁場に出漁した際採集したプランクトンの標本によつて，この漁場のプランクトンの組成を調べ分布上の考察を行つた。

本文を草するに当り，長期間に亘り直接漁場調査を実施し，貴重なる標本を提供された本所石山礼蔵教授，高井徹講師に感謝の意を表する。

採集方法及び採集時期

プランクトンの採集はマーシヤル群島北部海区で2点，フエニックス諸島近海並びにギルバ

* 水産講習所研究業績第101号．1953年11月，日本水産学会秋季大会（三重）にて発表

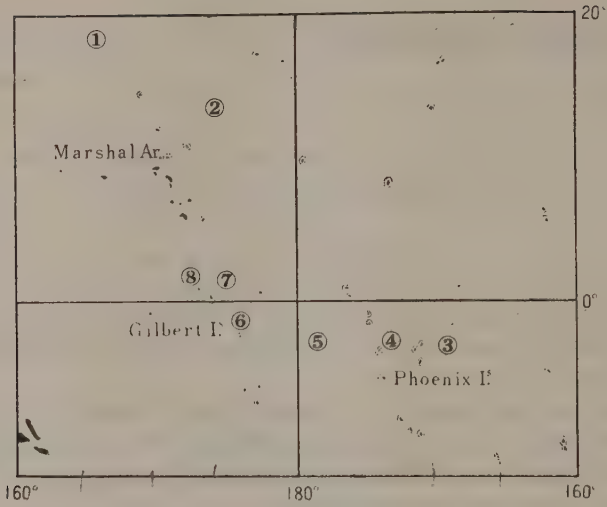


Fig.1 Chart of the stations.

ート諸島近海で夫々3点の8ケ地点で行われた（第1図）。北原式定量網（口経25cm，網目数750/cm²）を用いて，水深100mより表面まで毎秒50cmの速さで垂直曳網した。採集時期及び漁場の海況は第1表の通りである。

Table 1. Investigation period and hydrographic condition of the fishing ground.

Date	Station No.	Time	Weather	Water-temp.(°c)	Transparency (m)	Deposition of plankton (cc)
1953,1,25	1	8.30	C	26.5	32	0.2
1,29	2	8.30	B	26.0	40	0.5
2,23	3	12.00	B	28.0	28	7.1
2,24	4	8.00	C	28.5	25	3.6
3, 1	5	16.00	C	28.6	23	2.5
3, 2	6	13.00	B	28.5	／	3.3
3, 3	7	7.00	C	28.3	23	3.6
3, 4	8	7.00	C	28.3	／	3.0

プランクトン組成（第2表）

1．マーシャル群島北部海域のプランクトン。

プランクトンの出現度は動・植物性共に少なく，量的にも貧弱でその沈澱量は0.2～0.5ccである。植物性プランクトン中優占種として挙げられるものに *Rhizosolenia imbricata, R. styliformis, Hemiaulus Haukii* があり，次いで *Chaetoceros peruvianus* で，スティリ・プランクトンに近い様相を呈していた。動物性プランクトンで主要なものは Dinoflagellata の *Caratium inflexum*, Radioralia の *Aulacantha*, Copepoda の *Calanus darwinii, Corycaeus gibbulus, Cory. speciosus* 及び Nauplius larvaである。

2．フエニックス諸島近海及びギルバート諸島近海のプランクトン。

両海域は共に赤道附近に位置し，プランクトンの組成は両近海共に著しい相違は認められな

Table 2. Occurrence of planktons in the Mid Pacific Ocean, in winter 1953.

Plankton \ Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Phyto-plankton								
Planktoniella sol	R	RR	CC	CC	C	CC	C	C
Bacteriastrum delicatulum				RR				
Coscinodiscus sp.				RR				
Rhizosolenia setigera	RR	+						
Rhizo. styliformis	R	+						
Rhizo. imbricata	R	C	+	R	+	+	+	+
R. Bergonii	RR	RR	+	C	+	+	+	+
R. alata	RR	RR	+	R	R	R	R	R
R. robusta			RR	RR	RR		RR	R
R. acuminata			R	RR				
R. calcar-avis	RR	R						
Chaetoceros setoensis				RR				
Ch. coactatus			RR	RR	R	RR	RR	RR
Ch. laciniosus				RR				
Ch. peruvianus	R		RR	RR	R	R	R	R
Ch. lorenzianus							RR	R
Ch. brevis			RR		RR		RR	
Ch. sp.		RR	RR	RR	RR	RR	R	RR
Ch. pacificus		RR						
Thalassiosira sp.							RR	
Dactyliosolen tenuis			RR					
Hemiaulus Hauckii	C	C						
Nitzschia sp. ?	RR							
Navicula sp.		RR						
Actinoptychus undulatus				RR				
Thalassiothrix longissima	RR		+	R	R	R	R	+
Th. Frauenfeldii				RR				
Skeletonema costatum				RR				
Tricodesmium sp.	RR	R		RR	RR		RR	R
Trochiscia Clevei			RR	RR			RR	
Zoo-plankton								
Ceratium palmatum			RR	RR			RR	RR
C. karsteni(var. *robstum*)			R	R	RR	R	R	R
C. contortum(*Cl.* var. *saltans*)	RR	R	RR	RR	RR		RR	R
C. azoricum		RR	RR		RR			RR
C. carriense	RR	R	RR	R	R	R	R	R
C. macroceros(subsp. *gallicum*)		RR	RR	RR				
C. gracile				RR				
C. fusus subsp. *seta*		RR	RR	RR		RR	RR	
C. arcuatum	RR		RR	RR				
C. lunula f. megaceras			RR					
C. pulchellum	RR		R	R	R	RR	RR	RR
C. extensum	RR	RR	R	R	RR	R	RR	RR
C. tripos				RR		RR	RR	RR
C. inflexum	+	R	C	+	R	C	+	C
C. pennatum		RR	RR	RR		RR		RR
C. candelabrum			RR	RR	RR		RR	RR
C. incisum			RR			RR		
C. gravidum					RR		RR	
C. furca							RR	RR
C. longinum			R	RR		RR		
C. gibberum f. sinistrum				RR		RR		
C. massiliense		RR						
Amphisolenia thrinax						RR		RR
A. bidentata			RR	R	RR	R	RR	RR
Ceratocorys horrida			RR	RR	RR	RR	RR	
Ornithocercus serratus			RR	RR	RR		RR	
O. splendidus			RR				RR	
Pyrocystis pseudonoctiluca			R	R	RR	RR	R	R
P. lunula			RR	RR	RR	RR	RR	RR
P. fusiformis		RR	RR					
P. steinii				RR				
Dinophysis sp.			RR	RR				
Peridinium inflatum					RR		RR	
P. faltipes	RR		R	RR	RR	RR	RR	R
P. sp.							RR	

Plankton \ Station No.		1	2	3	4	5	6	7	8
Acanthometoron	*sp.*	RR	R	RR		RR			
Aulacantha	*sp.*	R	+	R	RR		R	R	R
Amphiloncha	*belonoides*				RR			RR	
Tintinnopsis	*sp.*	RR							
Codonellopsis	*sp.*							RR	
Globigerina	*bulloides*	RR	RR	+	R	R	R	+	R
Sagitta	*enflata*			R	R	R	R	R	R
S.	*bipunctata*	RR		+	R	R	R	+	R
S.	*spp.*	R	R	+	R	R	R	RR	R
Vanadis	*grandis ?*			RR	RR		RR		RR
Tomopteris	*elegans*							RR	
Oikopleura	*spp.*	R	RR	R	RR	R	+	R	R
Doliolum	*tritonis*							RR	RR
Muggiaea	*atlantica*			RR			RR		
Nauplii	copepoda	C	CC	CC	C	C	C	C	C
Veliger	gastropoda			R	RR	RR	RR	R	R
Larvae	fish			RR					RR
Eggs	fish			RR	RR				
Polychaeta	larvae			RR				RR	RR
Phoronima	*pacifica*			RR	RR		RR	RR	
Parascelus	*zebu*			RR					
Hyperia	*sibaginínis ?*			RR		RR			RR
Euphausia	*spp.*			+	R	RR	RR	RR	RR
Ostracoda		RR		RR	RR			RR	
Copepods		Mean number of individuals in a haul							
Calanus	*tenuicornis*		3	13	5				
C.	*darwinii*	6	18	65	58	30	42	106	140
C.	*helgolandicus*			2					
C.	*robustior*				2				2
C.	*minor*			3			6		
C.	*vulgaris*			2					
C.	*gracilis*			3		21			
C.	*pauper*						5		
Calocalanus	*pavo*	1		45	42	35	17	10	8
Rhincalanus	*cornutus*					1		2	
Acrocalanus	*monachus*			16	8	5	4		10
A.	*gibber*		10		10		5	4	
A.	*gracilis*			10	6				
A.	*longicornis*			5		7			
Clausocalanus	*arcuicornis*			14	26	27	12	9	5
Cl.	*pergens*			45	51	55		5	7
Cl.	*furcatus*			35	40	13	18		8
Scottcalanus	*helanae*			2	2	1		3	1
Pseudocalanus	*minutus*			24			60		
Pseud.	*gracilis*						28		
Euchaeta	*marina*	2	2	57	45	32	25	58	57
E.	*wolfendeni*			2	5	6	30	7	12
E.	*flava*								5
E.	*media*						10		2
E.	*plana*				5				
Ctenocalanus	*longicornis*					2			
Eucalanus	*subcrassus*			3	2	2		9	
Eu.	*attenautus*			5	7			3	3
Eu.	*crassus*					2		3	
Paracalanus	*parvus*		20	2		5	32	7	6
Para.	*aculeatus*			7		15	5		7
Scolecithrix	*danae*			54	40	55	15	5	70
Scolecithricella	*orientalis*				2			3	
Labidocera	*detruncata*								3
Lab.	*pavo*			1				5	2
Pontellina	*plumata*			3	3				
Centropages	*gracilis*			1	2		5		2
Cent.	*calaninus*			3	1		2		
Cent.	*pachydactyla*			2			2	3	
Cent.	*longicornis*			2					
Cent.	*elongatus*			2	2				
Lucicutia	*flavicornis*			1	4	2			
Luci.	*ovalis*			2			2	7	

Plankton \ Station No.		1	2	3	4	5	6	7	8
Temora	*turbinata*				1	1			
Phenna	*spinifera*			3					
Bradyidius	*armatus*			1					
Pleuromamma	*abdominalis*							13	
Pleu.	*xiphias*							1	
Pleu.	*robusta*						3	5	
Pleu.	*minor*						1		
Pleu.	*gracilis*			5				3	
Mecynocera	*clausi*			2		3			3
Candacia	*catula*			1	4	4			
Can.	*simplex*				5				5
Can.	*bispinosa*		1	1					7
Can.	*longimana*				3	8			
Can.	*truncata*		2	3	15		6	3	7
Can.	*curta*					3			
Can.	*pachydactyla*			2		1	1		
Can.	*aethiopica*			1					
Can.	*pectinata*			1					
Can.	*bradyi*			1					
Acartia	*longiremis*							7	
Acar.	*neligens*			17	11		8		
Acar.	*clausi*		2			4			
Acar.	*hamata*		4	10		3			
Oithona	*similis*			3		20	15		15
O.	*plumifera*	1	1	120	195	100	110	50	85
O.	*setigera*			5					
Clytemnestra	*rostrata*		1	3	7	1			
Cly.	*scutellata*			2	2				
Euterpe	*acutifrons*			7					
Corycaeus	*flaccus*							11	9
Cory.	*catus*							12	10
Cory.	*gibbulus*	50	200	188	119	37	25	7	30
Cory.	*speciosus*	13	18	68	175	38	45	23	40
Cory.	*crassiusculus*			7				6	
Cory.	*concinnus*					13	23		
Cory.	*trukicus*			6				20	10
Cory.	*longistris*				7			12	
Cory.	*lautus*	3			10			16	13
Microsetella	*rosea*	1	5	50	72	37	35	33	20
Setella	*gracilis*			25	42	10	30	11	
Sapphirina	*gastrica*			2				3	
S.	*opalina*			2					
S.	*darwinii*			2		1			
S.	*gemma*			1	2				
S.	*angusta*			1					
S.	*stellata*			2		2		3	2
S.	*metallina*			3	2	2			
Copilia	*mirabilis*			2	6	3	2	4	
Cop.	*quadrata*			2	1		3	1	
Cop.	*longistylis*			1			4		
Oncaea	*venusta*		3	64	90	85	55	28	50
On.	*media*			7					4
On.	*medeterranea*			3					

い。これ等の海域は前海域に比して動物性，植物性ともに出現度が高く，量的にも豊富でその沈澱量は2.5～7.1ccを示す。植物性プランクトンでは同定出来たもの21種，この内最も優勢に出現したのは暖海遠洋性の *Planktoniella sol* で，次いで *Rhizosolenia imbricata, R. Bergonii, R. alata* である。*Chaetoceros* の出現は低調であるが，遠洋性の *Ch. peruvianus, Ch. coactatus* が各地点に出現している。従来寒海遠洋性とされていた *Thalassiothrix longissima* はこれ等海域にも普通に出現しているから，本種は広温性なのであろう。Allen と Cupp 両氏（'35）は *Thalassiothrix elongata* Grunow がジャバ海から普通に出現するとしたが，小久保氏（'40）が指摘された様に，*Th. longissima* と恐

らくこれは同種ではないかと思われる。又暖海特有の *Tricodesmium*, *Trochescia* も僅か乍ら見出された。原生動物では主として Dinoflagellata, Radioralia, Foraminifera が出現している。Dinoflagellata では同定出来たもの 35 種に及び，この内 *Ceratium* 属が21種で重要な位置を占めている。*Ceratium* 属では Cosmopolitan の *Ceratium fusus*, *C. fruca* の2種を除いて総て暖海性のものである。Dinoflagellata の主要種として *Ceratium inflexum*, *C. pulchellum*, *C. carriense*, *C. controtum*, *C. karstenii*, *C. extemsum*, *Amphisolenia bidentata*, *Pyrocystis pseudonoctiluca*, *P. lunula*, *Ceratocorys horrida* が挙げられ，Radioralia では *Aulacantha* が，Foraminifera では *Globigerina*, 又 Chaetognatha では *Sagitta* が多く出現し，その内 *S. enflata*, *S. bipunctata* がその主要なものである。Tunicata, Polychaeta は夫々2,3種の出現を見たが，*Oikopleura* を除いては量的には極めて貧弱である。Plankton larva では Copepoda の Nauplius 期のものが多量に，Gastropoda veliger がこれに次ぎ，Polychaeta larva，魚卵，仔魚等が僅ではあるが出現している。Copepoda では抱卵している雌及び精嚢を有する雄が多く観察され，生殖時期と思われる。出現種数は極めて多く同定出来たもの 98 種に及んだ。これ等を総括すると *Candacia* 属9種，*Calanus* 属8種，*Sapphirina* 属7種，*Euchaeta*, *Centropages* 属各6種，*Pleuromamma* 属5種，*Acrocalanus*, *Acartia*, *Oncaea* 属各4種，*Copilia*, *Eucalanus*, *Clausocalanus*, *Oithona* 属各3種，*Labidocella*, *Clytemnestra*, *Lucicutia*, *Paracalanus* 属各2種，*Rhincalanus*, *Ctenocalanus*, *Temora*, *Phenna*, *Scolecithrix*, *Scolecithricella*, *Pontellina*, *Euterpe*, *Microsetella*, *Setella*, *Mecynocera*, *Calocalanus*, *Scottocalanus* の諸属各種の出現1を見た。特に優占種と認められるものに *Calanus darwinii*, *Calocalanus pavo*, *Euchaeta marina*, *Scolecithricella dana*, *Oithona plumifera*, *Corycaeus speciosus*, *Cory. gibbulus*, *Oncaea venusta* がある。

考　　察

プランクトン量はマーシヤル群島北部海域では少く，赤道附近のフエニックス，ギルバート諸島近海に豊富に存在する事実は，丸川氏 ('39,'40)，時岡氏 ('42) に依る南洋群島近海及びパラオ諸島周辺海域に於けるプランクトン量の傾向と類似している。この事は西沢・村木両氏 ('40) に依る北赤道流域よりも南及び反赤道流域の方が営養分が豊富である点から考えて，マーシヤル群島北部は営養分の少い北赤道流の影響を受け，フエニックス，ギルバート諸島近海は営養分の多い南及び反赤道流の影響を受ける為だと推定される。特にフエニックス(St.3) 附近には湧昇流が認められ，プランクトンは極めて豊富で (沈澱量 7.1cc) 俊鶻丸の漁撈試験でも好成績を収めた点から，マグロの好漁場と一致する様である。

植物性プランクトンの組成は単調であるが，これは採集網の網目の大きいことにも依ると思うが (Müller gaze No.5)，季節的消長と相俟つて沿岸性のプランクトンの勢力が弱い為ではないかと考えられる。

摘　　要

1．この調査は主としてマーシヤル群島北部海域及びフエニックス，ギルバート諸島近海の冬季に於けるプランクトンの分布について行つた。

2．プランクトン量は北赤道流の影響を受けるマーシャル群島北部海域には少く，南及び反赤道流の影響を受けるフエニックス，ギルバート諸島近海に豊富である。

3．植物性プランクトンの優占種は暖海遠洋性の*Planktoniella sol*で，次いで*Rhizosolenia imbricata, Rhizo, Bergonii, Rhizo. alata* が挙げられる。 *Thalassiothrix longissima* が本海区にも普通に出現し，本種の広温性なることが窺われる。

4．動物性プランクトンでは Dinoflagellata と Copepoda の出現種が極めて多い。動物性プランクトンで出現度の高いものは次の通りである。*Ceratium inflexum, C. carriense, Amphisolenia bidentata, Aulacantha sp., Globigerina bulloides, Sagitta enflata, S. bipunctata, Oikopleura spp.,* Copepoda nauplii, *Calanus darwinii, Calocalanus pavo, Euchaeta marina, Oithona plumifera, Corycaeus gibbulus, Cory. speciosus, Oncaea venusta.*

5．1～3月が該海域の Copepoda の生殖時期に該当し，多くの雌が抱卵し，雄は精嚢を有したものを観察した。

文　　献

1) ALLEN, W.E.& E.E. CUPP, : 1935. Plankton Diatodms of the Java Sea, Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, **44**, (2).

2) MATSUYA, Z. : 1937. Some Hydrographical Studies of the Water of Iwayama Bay in the South Sea Islands. Palao Trop. Biol. Studies, 1 (1).

3) HADA,Y. : 1938 Studies on the Tintinnoinea from the Western Tropical Pacific, Reprinted fom the Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Zoology, 6 (2), 88～190.

4) 丸川久俊；1939. 南洋群島近海の浮游生物，科学南洋，2 (1).

5) MOTODA, S. : 1939. Submariñe Illuminatin, Silt Content and Quantity of Food Plankton of Reef Corals in Iwayama Bay, Palao, Palao Trop. Biol. Sta. Studies, I (4).

6) ———— : 1940. Comparison of the Condition of Water in the Bay, Lagoon, and Open Sea in Palao, ibid. 2 (1),41～48.

7) ———— : 1941. Plankton productivity of Iwayama Bay im Palao, Seas, ibid. 2 (2). 219～238

8) 西沢・村木：1940. パラオ附近海洋の化学的研究，第1報，パラオーニューギニア間横断観測，科学南洋，2 (3).

9) 小久保清治：1940. プランクトン時報，学術研究会議 15, 139～140

10) 時岡　隆：1942. 岩山湾及びパラオ諸島周辺海区に於けるプランクトン量，科学南洋，5 (1), 44～55.

11) TOKIOKA, T. : 1942. Systematic Studies of the Plankton Organismes Occurring in Iwayama Bay, Palao. I. Introductory Notes, Some References to the Surface water Temperature and the settling Volume of Planktons in the Bay Palao, Trop. Biol. St. Studies, 2 (3), 507～519.

12) WILSON, C. B. : 1950. Contributions to the Biology of the Philippine Archipelago and Adjacent Regions Copepods gathered by the United States Fisheries Steamer "Albatross" from 1887 to 1909, Chiefly in the Pacific Ocean, U. S. Nat. Mus. Bull. 100, **14** (4), 141～441.

内海産ハモ属二種の比較形態学的研究*

高井　徹・吉岡俊夫・前川兼祐・八柳健郎
（水産講習所）　（山口県内海水産試験場）

Morphometric Comparison of the Two Species of Genus *Muraenesox* Found in the Inland Sea

By

Tōru TAKAI · Toshio YOSHIOKA, Kanesuke MAEKAWA and Kenrō YATSUYANAGI

A species belonging to the genus which is very commonly caught together with *Muraenesox cinereus* during the rainy seasons along the central part of the coast of Yamaguchi prefecture in the sea of Suō, was reported as *Muraenesox yamaguchiensis* by the joint study of M. KATAYAMA and T. TAKAI (1953). In this report, a comparison of the shapes of the inner and outer parts of these classes in the consangunineous of the *Muraenesox cinereus* and *M. yamaguchiensis* is given and their remarkable characteristics are pointed out.

Together with the careful study of these facts which M. KATAYAMA and the other one published the following have also been investigated by the writer. The fish change their shapes, with their growth and their growth rate. The differences in species of the two kinds and their growth stages have been made clear and have contributed to ecological studies of the species concerned

The results are as follows.

(1). Biometrical interrelation of the external features :

The range of the external features of *M. yamaguchiensis* is mostly included within the limits of those of *M. cinereus* except number of the Lateral line pores and intervals of lateral line pores, and number of dorsal and anal fin rays. Sometimes, however, the range extends beyond the limits, but very slightly. The external feature of the two resembles each other when seen at aglance. But the number of the lateral line pores shows remarkable differences as shown in Figs. 2 and 3, and Table 3.

(2). Vertebral counts :

Both species differ as shown in Fig. 3 and Table 4. From this result, the means and standard deviation for these specimens are obtained and found significantly different with the danger rate of 0.05. The upper and lower limits of the distribution are estimated to range 143.91～158.59 cm in *M. cinereus*, and 127.85～137.31cm in *M. yamaguchiensis* at a 5% level of

* 水産講習所研究業績第102号，並びに山口県内海水産試験場業績第6巻第2号，1953年11月，日本水産学会秋期大会（三重）発表

significance.

(3). Vertebrae and subordinate bones :

In respect to the centrum of the vertebrae and the attached bones of two species, *M. yamaguchiensis* is superior to *M. cinereus* in its growth rate and has a stronger construction (Fig. 5, 6), moreover, the differences in shape can be seen in the profile of the centrum and in the neural spines.

(4). Cranium :

The frontal bones of *M. cinereus* shows an extreme swelling when 60.0～80.0 cm in total length as shown in Fig. 7, 8 and Table 5, but in *M. yamaguchiensis*, it takes common process of growth.

(5). Operculum :

The results of the measurements of each part are shown in Table 7. Especially, the curved shape of the upper edge part of both species posses their respective characters as shown in Fig. 10. *M. yamaguchiensis*, is of a truncate shape. The swelling band in anterior part of inner side of the operclum is remarkably developed and has a small hole in the indented part and is invisible in the adult of *M. cinereus* 110.0 cm long.

(6). Otolith :

The upper part of the otolith, of *M. yamaguchiensis* is dentate but that of *M. cinereus* shows a wave-like form (Fig. 12). The differences between the weight and size are shown in Fig. 13 and Table 8.

(7). Concrement :

Of *M. cinereus* a large number of specimens have been studied but the forming of the concrement was not noticed, but in *M. yamaguchiensis* so fav as our reseach goes about 17 % were found to have it at the base of the dorsal fin ray on the left side of the body, its number ranging 8～23 (Fig. 15).

1951年6月以降，内海産ハモ属 *Muraenesox* 魚類の分類及び生態学的研究を試み周防灘山口県沿岸に於いて梅雨期にハモ *Muraenesox cinereus* と共に比較的多量に漁獲されるハモ属の一新種は既に片山，高井(1953)[5]** によってスズハモ *Muraenesox yamaguchiensis* として報告された。ハモ *M. cinereus* は FORSKÅL (1775) によつて *Muraenera cinera* として記載されて以来，多くの分類学者によつて研究が行われて来たが，McCLELLAND (1843) による属の統合及び *Muraenesox cinereus*(FORSKÅL) の改名により従来の複綜した研究が一応整理された。而して本邦及びその近海水域に産するハモ属魚類は JORDAN と SNYDER (1901), JORDAN, TANAKA と SNYDER (1913), SCHMIDT (1931), FOWLER (1931), 岡田，松原 (1938), 清原 (1940), 等の著明な研究に於いて明かな如く，1属1種に統合されている。即ち，この種は主に両顎及び鋤骨歯の列数，形状，背鰭始部の位置，吻の形状，其他外部形質の特質によつて種の特徴が示与されている。片山等[5] (1953) はスズハモ *M. yamaguchiensis* の研究に於いて外部種徴形質として側線孔数を示し，更に内部

** 1953年10月，日本水産学会中国，四国支部大会（福山）発表

の顕著な骨骼系の特質を指摘してハモ *M. cinereus* から分離して別種とした。

本報告に於いては同一水域に産するこれ等両種* の精細な比較形態学的研究を試み，種の特質を再検討すると共に更に成長に伴う変異範囲を明確にし今後に於ける内海産ハモ属魚類の生態学的研究展開の資に供する。

本研究に着手するに当り御懇切な研究指針と御指導を賜つた京都大学農学部松原喜代松教授，水産講習所松井魁教授，実験中屢々文献の御教示を戴いた京都大学農学部落合明氏，又研究材料の蒐集及び御助言を賜つた水産講習所石山礼蔵教授，西海区水産研究所大滝英夫技官，山口県熊毛郡佐賀漁業組合理事国本孝博氏，光市室積漁業組合長小村栄作氏，本報告構成のため御協力を得た水産講習所田名実習場河村信一，福本種子の諸氏に記して厚く謝意を表する。

材料及び方法

本研究に供試した標本は1951年6月以降，周防灘中部山口県沿岸で主に熊毛郡佐賀村上関村沖，光市室積沖，下松市，防府市及び山口市秋穂沖等の各水域で延縄，打瀬網等によつて漁獲されたもので，両種の供試尾数及び体長範囲は表1に示す如くである。MY は生態的要因により，一般に大型魚が多く漁獲され，巨大且つ獰猛なハモの一種として知られているもので，筆者等の現在の調査及び研究段階では小型魚の採集は困難であり，これがため本研究に於いて遺憾な点があるがこれは今後の研究によつて補足したい。材料標本の固定は全部ホルマリン処理で，解剖学的研究は全骨骼系及び生殖腺，消化器官，一部の神経系について行つたが，特に頭蓋骨，脊椎骨及びその附属骨等に顕著な種の特徴を認めたので，これ等に重点を置き，骨骼系の精密処理を要する部分に於いてはアリザリンレッド染色を試み実験の正確を期した。外部及び内部諸形質の測定は表2に示す。尚，内部諸形質は測定部位を図 7，10，12，に夫々図示した。内部形質中，額骨長（f）は顎篩鋤骨** の篩骨部分の最後端が額骨と接合する位置から額骨の最後端までとし，額骨の巾は隆起部位の巾 d で示す。MC では全長 50.0 cm 前後に達した個体に於いて多孔性（cavernous）の隆起骨質の出現が明かに表面にみられ，こ

Table 1. Number of specimens and distribution of body length in two sexes of the two species examined in detail in both internal and external characters.

Items	*M. cinereus*			*M. yamaguchiensis*		
	No.	Total length (cm)		No.	Total length (cm)	
		Range	Mean		Range	Mean
Male	2	70.10～71.40	70.80	5	94.00～116.00	107.80
Female	17	66.20～132.50	84.84	10	78.90～174.30	128.71
Sex unknown	27	28.10～89.70	45.28	—	—	—

の隆起骨質部の原基の中央を通る巾を d とした。d′ は額骨中央部の側面に於いて眼窩骨が額骨に接合する部位に存在する第七神経が前方にのびる額骨部位の開孔位置に於ける額骨背面の巾で，幼体に於いてはこの部分の巾が最も広い。鰓蓋骨及び耳石の各部の測定は図 10，12 で示した。更に鰓蓋骨の上辺縁部位の彎曲度の測定には写真を併用した。脊椎骨数は尾上骨を

* 両種の種名は今後記述の便宜上ハモ *M. cinereus* を MC，アブハモ *M. yamaguchiensis* を MY，の略符号を以つて記することとする。

** 本属魚類では上顎前骨，篩骨，及び鋤骨は相癒合して一骨となり，之を Premaxillary-ethmo-vomer と呼ばれている。本篇では之れを顎篩鋤骨と新称する。

Table 2. Mesured position of morphological characters. Note; Internal characters are showing in the Fig's. 7, 10, 12.

External characters		
Title	Abbrev.	Appendix
Head length	H L	Distance from tip of snout to middle position in gill opening.
Body height	B H	Vertical depth of body in base of the twentieth ray of dorsal fin.
Body width	B C	Horizontal distance of body in position of the twentieth ray of dorsal fin.
Eye diameter	E D	Major axis in eye.
Snout length	S L	Dist. from tip of snout to position of anterior edge in eye.
Anal length	A L	Dist. from tip of snout to centrum of anus.
Trunk length	T R	Dist. from middle part of gill opening to centrum of anus.
Pectoral length	P L	Length from base to tip of longest pectoral fin.
Position of dorsal fin	D F	Dist. from base of lst. dorsal fin to tip of snout.
Position of anal fin	A F	Dist. from base of lst. anal fin to tip of snout.
Interorbital space	I S	
Total length	T L	
Internal characters		
Cranium length (h), frontal bone length (f), frontal bone width (d), width in swelling position (d′), premaxillary-ethmo-vomer width (p), dentary length (j), premaxillary-ethmo-vomer length (e), maxillary length (m), quadrate and hyomandibular length (R), quadrate and hyomandibular slant length (g), cranium width (s), opercle position in hyomandibular (n), opercle length (a), otolith length (a′), centrum length, interorbital opening (io),		

含め，耳石及び鰓蓋骨の重量測定は表面の附着物を煮沸処理によつて除去し約10日間の乾燥標本として化学天坪（感量1mg）を使用した。側線孔数は尾部末端に於いては不明瞭であるので色素注入と白色100W電球を裏面から投射することによつて正確を期した。脊椎骨数，側線孔数の平均値の比較，分布の推定等に関する統計的吟味は増山[10]に依つた。尚，本篇では複雑を避けるため測定部位の名称は図及び表によつて，先に示した略符号を努めて使用し説明を便宜にした。

研　究　結　果

1）外部形態　両種の外部諸形質の測定結果を一括すると表2，の通りである。即ち側線孔数，側線間隔及び，臀鰭，背鰭条数を除いて何れの形質に於いても，MYはMCの変異巾の内に包含されるか或はその範囲を出てもその程度は軽微で外部形態はこの結果一見して相似する。しかしこれ等の諸形質中からも多少種の特質が検出され，肛長に対する頭長，頭長に対する眼径及び眼隔の割合の平均値はMYが大きく，その他の形質ではMYがMCに比して大きい値を示す。更にこれ等の諸形質の測定値を，図1に示す様に夫々の形質に就いて対応形質を与へその対応形質に対する百分率を以つて全長との関係を求め，両種の成長過程に於ける相対成長傾向の相違について究めた結果，頭長に対する眼径及び眼隔，肛長に対する頭長，全長に対する頭長等に種の相違が認められた。即ち，頭長に対する眼径の伸びの比率は一般にMYがMCに比較して小さく，頭長に対する眼隔は眼径の場合と反対にMYはMCに比して大きく，肛長に対する頭長の伸びの関係はMYに比してMCが大きい相対係数の値を示す。更に全長に対する頭長の割合はMYはMCに比して大きく，夫々種間に相対成長の傾向差が検出され種の特徴が得られた。しかしこれ等の相対成長傾向差を有する形質も分類学上，種の標徴形質としては適当でない。又，他の多くの形質は殆んど種間に差異が認め難い。要するにこれ等の外

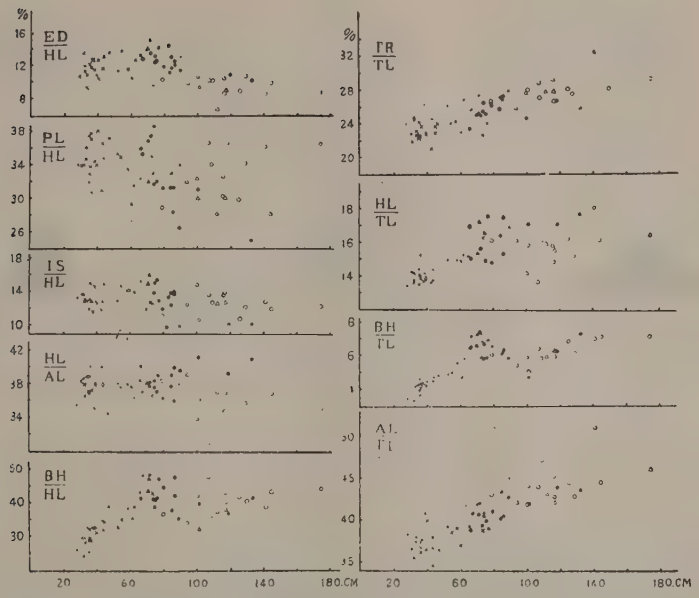


Fig. 1. Relation between the variable external characters and total length. TL, total length; AL, anal length; BH, body heigh; HL, head length; TR, trunk length; IS, interorbital space; PL, pectoral fin length.

部形質に於いては両種は縁類性が強く，特に若年の小型魚ではこれ等の諸形質による種の査定は困難な様である。

Table 3. Biometric constants in the two species, ***Muraenesox cinereus*** and ***M. yamaguchiensis***. Note; No, number of specimens and so on.

Items \ Species	*M. cinereus*					*M. yamaguchiensis*				
	No.	Range	Mean	S. D.	C. V.	No.	Range	Mean	S. D.	C.V.
Pectoral fin rays	57	16～ 17	17			15	17	17		
Dorsal fin rays	38	291～302	297.75	1.47	3.26	14	258～629	263.12	1.82	4.52
Anal fin rays	38	221～228	223.61	1.32	4.15	15	213～216	215.38	0.91	1.38
Pores in lateral line	38	146～154	148.18	1.76	1.11	15	126～135	130.77	4.66	3.58
Pores in lateral line before vent	41	40～ 47	42.98	1.41	2.65	14	35～ 38	36.57	0.73	1.99
HL into TL	46	5.59～ 7.96	6.57	0.51	7.76	15	5.45～ 7.29	6.16	0.42	6.83
HL into AL	46	2.38～ 2.92	2.58	0.12	4.65	15	2.58～ 2.91	2.73	0.09	3.30
BH into TL	44	11.90～29.09	18.71	4.57	24.41	15	13.83～19.44	15.90	1.50	9.40
BH into HL	44	2.00～ 4.10	2.68	0.54	20.14	15	2.10～ 3.09	2.63	0.25	9.31
TR into TL	46	3.57～ 4.76	3.84	0.09	2.34	15	3.06～ 3.87	3.32	0.18	5.59
AL into TL	46	1.21～ 1.84	1.47	0.16	1.09	15	0.94～ 1.35	1.22	0.10	9.68
SL into HL	46	2.90～ 4.00	3.63	0.26	7.09	14	3.30～ 3.90	3.51	0.14	4.10
ED into HL	46	6.20～ 9.80	8.03	0.82	10.26	15	9.00～11.50	10.77	0.81	7.56
IS into HL	46	4.48～10.20	7.41	0.11	1.51	15	6.76～ 9.32	7.83	0.75	9.52
PL into HL	45	2.59～ 4.02	2.96	0.29	9.67	15	2.72～ 3.56	2.86	0.22	7.79

側線孔数及び側線間隔は両種間に顕著な相違が認められる。側線孔数を肛門直上部位迄，及び尾部末端までの全孔数に分けて測定すると図2，表3の如くである。即ち，全側線孔数は

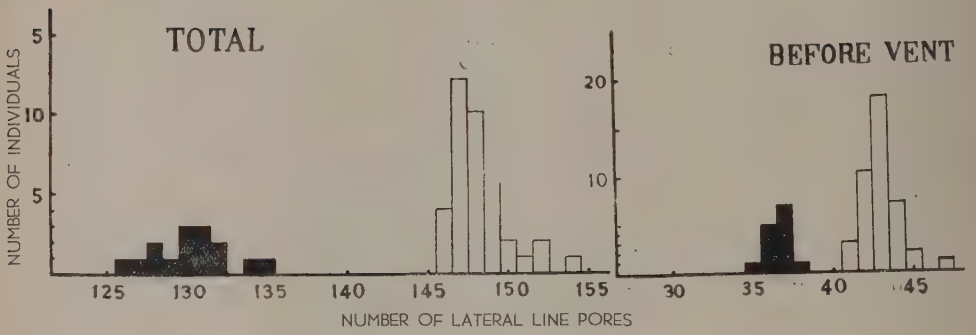


Fig. 2. Frequency distribution of lateral line pores. *M. cinereus* -■, *M. yamaguchiensis*—□.

MCでは146～154，MYでは126～135，の孔数分布を示し，それらの平均値はMCが約18孔多く，又，肛門までの孔数ではMCが40～47，MYは35～38で，それからの平均値の差はMCが17孔多く開孔し夫々側線を形成する。この側線孔数の両種間の差異は次項以下に述べる内部諸形質の顕著な特質を両種が夫々具えることによつて外部諸形質中最も重要な分類学上の標徴的形質として挙示出来る。全側線孔数に就いて統計的に吟味すると両種の差異について次の理論が得られる。即ち，図2，4，及び表3によつて検討すると両種は明らかに夫々正規分布を示すことが推定されるので，従つてこれ等2つの標本平均値の差の検定を試みると，両種の分散はMCでは1.22，MYでは0.57で，分散比は2.32である。この結果をF表に対照すると$F^{13}_{40}(0.05) \fallingdotseq 2.34$で分散比は小さく，母分散差が認められない。従つてこの共通の不偏分散（w^2）は$w^2=1.14$で

$$F_0=\frac{w^2_{\bar{x}-\bar{y}}}{w^2}\left(\frac{MN}{M+N}\right)^{*}$$ 但し，M=41，N=14

を用ひると$F_0=376.17$，となり，F表の$F'_{55}(0.01)=7.12$の理論値より大きく，標本平均値に相違が認められ，同一の正規母集団から抽出したものと考へられず母群の相違が思考される。

側線間隔に於いても側線孔数と同様に顕著な種徴が認められる。両種の側線第1孔及び尾部末端部位に於ける開孔位置はいずれも胸鰭，背鰭始部及び尾上骨末端等の対応部位からの距離に相違が認められず略々同位置にある。この測定結果から側線孔数の顕著な差異によつて軀間及び尾部の開孔間隔の相違が明らかに指摘出来る。特に成魚に於いては軀間の部分の開孔間隔は肉眼的且つ容易に識別し得る。肛門直上部位の側線孔の後端から前方10箇の側線孔の後端までの距離を測定して，その平均値によつて全長との関係を求めると，図3，の通りでMY及びMCの側線孔間隔を夫々y，y′とすると両種は略々直線式で表され，MYでは$y=0.13TL-0.97$，MCでは$y'=0.08TL-0.50$の回帰式が得られ，共に危険率0.01以下で成立する。

* 増山[5] p. 39.

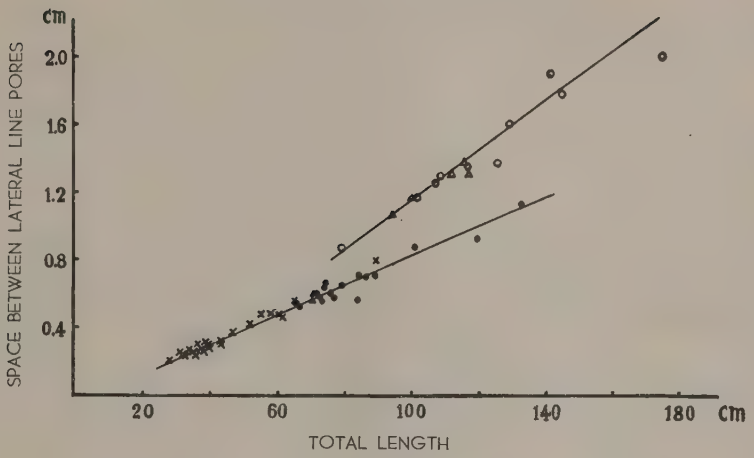


Fig. 3. Relation between the total length and average space of lateral line pores in part of vent.
male; MC－▲, MY－△ : female; MC－●, MY－○ : sex unknown; MC－×.

II) 内　部　形　態

1．脊椎骨及び附属骨　脊椎骨の構成に就いて全脊椎骨数及び肛門部位までを夫々測定して図4，表4を得た。両種は夫々範囲及び平均値に於いて明確な差違を示す。即ち，平均値は全脊椎骨ではMCが150.90±1.79，MYは132.53±0.87，肛門までの脊椎骨数はMCが43.56±0.71，MYは36.50±0.55，で前者は18箇，後者に於いて7箇の差がある。表4，の測定結果から，全脊椎骨数に就いて，これ等の標本に属する母群の平均値の信頼限界及び標準偏差を求め，危険率0.05で分布の上，下限を推定すると，MCでは143.91～158.59，MYでは127.85～137.31，である。大滝（1953）* の研究結果によると，東支那海産のMCでは脊椎骨数の分布は145～158で，その平均値は151.58（分散4.17）で，分布曲線は鮮鋭な正規分布を示し，更に内海産のMCでは150.92（分散6.12）で，筆者等の測定結果と極めて相似し，MCとMYの分布範囲及び平均値の差が略々明確である。GÜNTHER（1870）は本邦産の1標本をMCと同定して，その脊椎骨数を154とした。

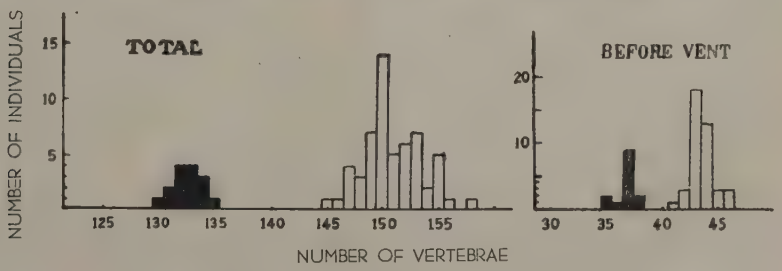


Fig. 4. Frequency distribution of number of vertebrae in two species. *M. cinereus* －■, *M. yamaguchiensis*－□.

* 西海区水産研究所，大滝英夫氏の御教示及び参考文献（9）による。

Table 4. Frequency distribution of vertebrae in two species.

Items	*M. cinereus*					*M. yamaguchiensis*				
	No.	Range	Mean	S. D.	C. V.	No.	Range	Mean	S. D.	C.V.
Vertebrae	57	145～158	150.90	2.65	1.75	15	130～135	132.53	1.31	0.99
Vertebrae before vent	41	41～ 46	43.56	1.06	2.43	14	35～ 37	36.50	0.82	2.26

更に両種は脊椎骨椎体数の相違によつて明らかなように腹椎骨数と尾椎骨数，即ち，血管棘を形成する椎体位置に差異があり，その数を異にする。又，肉間骨(intermuscular bone)の神経上棘 (epimeral)* 椎体上骨 (epicentral)，肋上骨 (epipleural)**，及び肋骨 (haemal rib) の数，椎体上の位置に於ける後方への彎曲度合，頭蓋骨に近い部分の若干の椎体にみられる左右不相称の神経弓門の数，臀鰭の第1間血管棘の存在する椎体上の位置等に相違がみられる。脊椎骨はMYでは第51～53椎体までが腹椎骨を形成し，MCでは第68～74椎体で，第1血管棘は夫々この椎体位置に於いて始めて形成をみる。椎体上骨は背側筋と腹側筋の境筋隔即ち，水平筋隔内にあつて体側後方に向かうが尾椎骨の部分に於いて著しく後方に彎曲し，椎体側面に沿つて後方に伸びる。脊椎骨神経弓の基底は頭蓋骨に近い若干の椎体に於いて板状を呈し，椎体背側に接着しているが決して癒合しない。又，それ等の神経棘は普通2～3尖頭に別れ左右不相称で，その棘間は膜状の骨で辺縁はMCでは著しく薄い。この神経弓をもつ椎体はMCでは普通第1椎体から第14椎体に及ぶが，MYでは第1椎体から第11～12椎体までゝ，これ等の神経弓を含んで腹椎前部若干の神経弓は前辺下端から背側筋隔内に癒着した神経上棘を横出するが，この神経上棘はMCでは第1椎体から第8椎体又は第9椎体まで，MYは第1椎体から第6椎体までの神経弓にあつて，完全に神経弓に癒着する。臀鰭の第1間血管棘は両種共に小さく鋭い棘で，肛門直後に存在し，その先端は稍々前方に向かう。この第1間血管棘の位置を椎体位置で示すと，MCでは通常第45椎体，MYでは第35椎体下にある。更に両種は脊椎骨の椎体及び附属骨の大きさ，形態に於いても差異を示し，種徴が認められる。

椎体の成長度を比較するために，腹椎後部10箇の椎体に於いて，その中央の横軸の長さを測定し，その平均値を求め全長との関係を図示すると図5，の如くである。即ち，MC及びMYの椎体を夫々C，C′とすると，両種は夫々，$C=0.01TL-0.20$，$C'=0.15TL-0.23$，の直線式で表わされ何れも危険率0.01で成立する。この結果は側線間隔の比較に於いて試みて得た種徴と相似の特色を示す。椎体に附属する多くの骨骼に於いてもMYはMCに比較して大きい成長度を示し，特に神経棘，椎体側突起，神経上棘，肋上棘，exoccipital brush，bassioccipital brush，*** 等はいずれもよく発達し，大きく，而も堅固である。この種徴性は両種の年令の精細な研究によつて更に顕著な差違があると思考する。椎体側面の構造はMCに比較してMYは複雑な構造をなすが特に成魚に於いて顕著に認められる。

2．頭骨及びその附属骨　a，額骨の成長形態特に額骨中央部位の背，側の隆面起に関しては既にMCに就いて，A. Günther (1870)[2] によつて指摘されているが極めて簡単な記述に止つている。この隆起的成長形態は単に額骨の中央部位にだけ起る。而して，両種はこの

* 神経上棘は epimerals 又は epineurals，　** 肋上骨はepipleurals 又は hypomeralsと呼ばれている。　*** 本属魚類には頭蓋骨の後端の基底後頭骨及び外後頭骨には左右夫々体側筋隔内に入る細長い骨がある。これを exoccipital brush, bassioccipital brushと新称する。

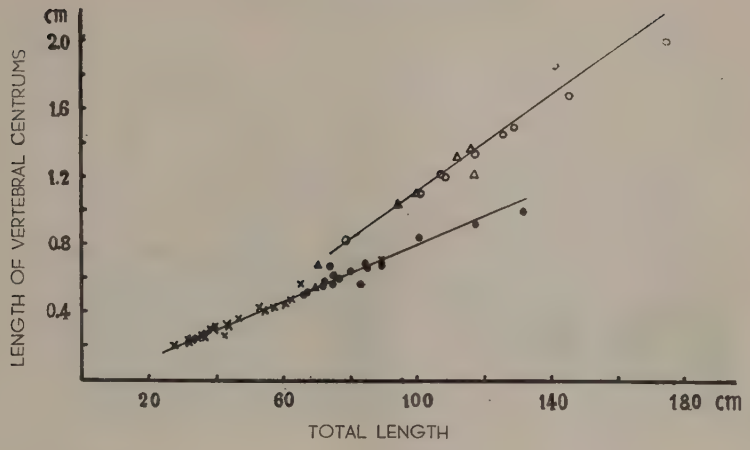


Fig. 5. Relation between total length and average length of vertebral centrums in the part of vent.
male ; MC－▲, MY－ △ : female; MC－●, MY－ ○ : sex unknown; MC－× .

額骨の成長過程に於ける隆起現象の様相に顕著な相違が認められる。即ち，MCでは個体に於いて多少の変異の巾はあるが全長 60～80cmの成長期に於いて著しい隆起現象を生ずる。この隆起は対応骨骼形質の相対成長からみれば，この時期に於いて極めて顕著な優成長（Positive allometry）を示す。更にこの隆起部分の骨表面は淡黄色を帯びた色調を呈し，粗雑な多孔性骨質で，額骨の他の部分及び頭蓋骨を構成する他の骨骼の骨質と異る。この多孔性骨質の額骨表面に出現する時期は既に全長約 40～50cm のものに於いて，額骨後半背部の正中線の前端部位の両側にみられ，成長に伴い漸次拡張隆起する（第８図)。一方，MYに於いては以上述べたMCのような著しい隆起的成長形態は全成長期を通じてみられず，全長 110cm以上のものに於いて極く僅かに隆起的な形態を呈する程度で額骨長成は頭蓋骨の他の骨骼形質に対して比較的等率的成長の過程を辿り，MCに比して全長形質に対して長く幼期形態を維持する。額隆起部位の横軸成長，即ち，側方隆起の巾 d，d′によつて，その成長傾向を求めると図8，表5，の如くである。d－d′の値と頭蓋骨長（h）との関係はMCでは明かにS字型曲線的成長が考へられ，頭蓋骨長6.0～8.0cmに於いてd－d′の値に急激な増加がある。MYでは 10.0～12.0cm の頭蓋骨長も成長期に於いて僅かに増加の現象を認め得るが寧ろ全成長期間を通じて直線的で，頭蓋骨長に対しては劣成長（negative allometry）的成長傾向が考へられる。dと額骨長との関係に於いても，頭蓋骨長に対するd－d′の成長に伴う変化に相違が認められる様に成長過程に夫々顕著な特色が検出出来る。即ちMCはS字型曲線的成長過程を示し，額骨長 3.0～4.0cm の成長域に於いて上昇的変化が認められる。MYは全成長過程を通じて略々直線的である。MYの相対成長の過程を回帰式で示せば d＝0.37f－0.28，（危険率 0.01 以下で成立）で表示出来る。MCは d＜10，即ち，額骨長 3.5cm までの範囲では d＝0.06－0.30f，（危険率0.01以下で成立)，d＞14，即ち，額骨長 4.5cm 以上のもので，d＝1.16＋0.15f，（危険率 0.05 以下で成立）の直線式で略々表される。更に d及び d－d′の基準対応形質として採用した頭蓋骨長と額骨長及び全長との関係は前者に於いてMCではf＝0.14＋0.37h，MYではf＝1.56＋2.10h，で何れも危険率 0.01 以下で表わさ

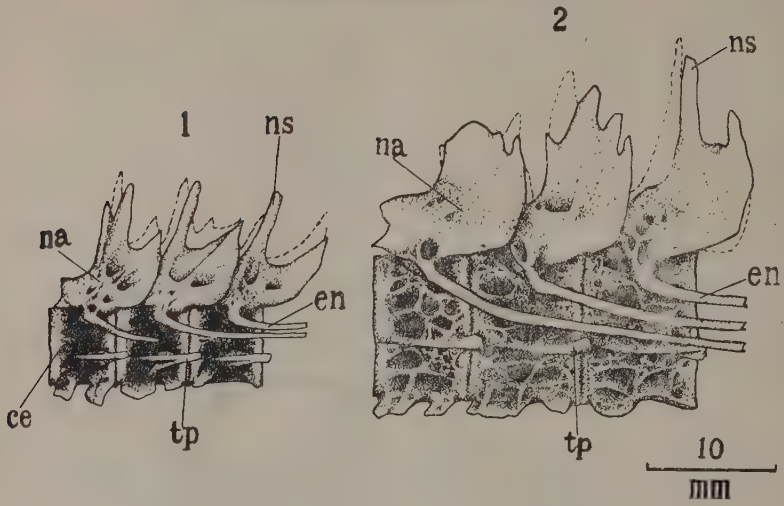


Fig. 6. Lateral views of left side vertebrae of the two species, especially showing the forms of neural sp ines and structures on lateral of the 4, 5, 6 th vertebrae. Note; neural spines of right side; ce, centrum; ns, neural spine; ns, neural arch; tp, en.epimeral; transverse process; 1, *M. cinereus* (10 3.5cm); 2, *M. yamaguchiensis* (158.6cm)

れるが両種の相対成長係数は僅かにMCが大きい程度であるが，後者はMCではh＝0.13TL−1.07，MYではh＝0.11TL−0.80，で全長に対する頭蓋骨の伸びがMCが大きく，明らかに種徴性をボしている。　更に類骨の形態をMCの成長に伴う形態の変化過程を基礎にして（d−d′）10＝Vの値を定め，仮りにV＞0.99の範囲を成体期形態，V＝0.99〜0の範囲を変移期形態，V＜0の範囲を幼体期形態として，各形態に属する魚体の全長分布，その平均値及び生殖腺の発達程度に就いて調べた。　全長分布及びその平均値に就いては表5に示す。

Table 5. Showing the relation of total length and width of lateral swell in frontal bone during the each stage. Note; I, young stage form; II, transitional stage form; III, adult stage form.

Items			Male				Female				Sex unknown			
SP.	St.	(d−d′) 10=V	No.	Range of TL	Mean of TL	Mean of V	No.	Range of TL	Mean of TL	Mean of V	No.	Range of TL	Mean of TL	Mean of V
MC	I	V<0	1	66.20	66.20	−0.20	1	73.00	73.00	−0.20	17	28.10〜62.50	40.84	−0.34
	II	V=0〜0.99	2	47.70〜56.60	52.15	0	6	66.20〜86.90	74.63	0.30	21	28.20〜73.60	40.34	0.12
	III	V>0.99	6	52.80〜71.40	67.09	3.67	11	61.20〜118.70	86.65	4.68	—	—	—	—
MY	I	V<0	2	94.00〜100.00	97.00	−0.35	2	128.80〜141.20	135.00	−1.50	—	—	—	—
	II	V=0.99	1	116.00	116.00	0.30	5	78.90〜116.80	102.56	0.24	—	—	—	—
	III	V>0.99	2	112.20〜119.00	114.60	1.25	3	125.00〜174.20	148.07	1.47	—	—	—	—

即ち，両種は何れも雌雄によつて，成体期形態に達する平均全長に差異があるが，MC の雄では 67.09cm，雌では 86.65cm であり，MY の雄では 114.60cm，雌では148.07cm で MC はMY に比して小型の魚体に於いて成体期形態に達することが分る。この成長過程の変移の相違は幼体期形態から変移期形態に達する場合も同様の種徴性を示す。しかし，両種は何れも雌に比して雄が稍々小さい魚体で各期形態に移ることが認められるが之は雄雌の成長度の差異によるものである。更に各期形態は生殖腺の発達程度と密接な関係があることが認められる。即ち，生物学的最小型が両種共に変移期形態にある魚体に存在するが之れは年令査定，生殖腺等の生態研究に於いて補足する。

以上は主に額骨に関する成長形態の変化に就いて述べたが，図９に示す諸形質間の相対成長についても 2，3 の形質に於いて軽微ながら種間に夫々特徴が認められる。諸形質相互の成長度を頭蓋骨長を基準対応形質として求めた結果，図 9，表 5 を得た。即ち，額骨の項に於いて記述した形質を除くと，顎篩鋤骨の巾と下顎骨長の成長割合は両種の相違が指摘される。しかし，他の諸形質では類縁性が強く，不明確で方骨と顎舌骨の高さ（k）と下顎骨長の成長割

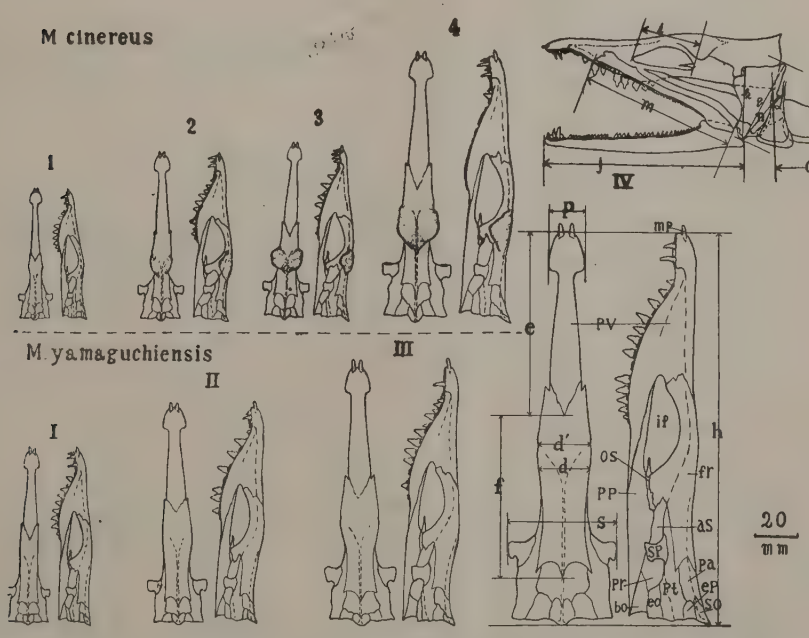


Fig. 7. Lateral and dorsal side views of the cranium in two species. Especially showing the swelling shapes of the frontal bone in the process of growth, and the measurement region in head skeleton. fr, frontal; pv, premaxillary-ethmo-vomer; if, interorbital opening; so' supraoccipital; sp, sphenotic; ep, epiotic; eo, exoccipital; bo, basioccipital; pa, parietal; pt, pterotic; ps, parasphenoid; pr, prootic; ob, otic bulla; as, alisphenoid; os, orbitosphenoid; pv, vomerine band; mp, mesethmoid process; pp, palatopterygoid.

合，頭蓋骨長に対する下顎骨長，及び顎篩鋤骨の巾の成長割合は寧ろ両種間で相似し略々等成長（isometry）的な相対成長の過程が認められる。

Table 6. Comparison of proportionate measurements of parts of head skeleton between two species. Meaurement parts are showing in Fig. 7.

species / Items	*M. cinereus* No.	*M. cinereus* Ratio Range	*M. cinereus* Ratio Mean	*M. cinereus* Ratio S. D.	*M. yamaguchiensis* No.	*M. yamaguchiensis* Ratio Range	*M. yamaguchiensis* Ratio Mean	*M. yamaguchiensis* Ratio S. D.
TL / h	41	7.76～12.47	10.43	1.24	15	9.17～10.94	10.14	0.50
h / m	40	1.38～ 1.94	1.66	0.09	13	1.60～ 1.85	1.70	0.06
h / s	40	1.15～ 1488	1.21	0.06	13	1.15～ 1.24	1.19	0.03
h / o	40	3.11～ 5.40	4.05	0.52	15	2.75～ 3.95	3.12	0.35
h / f	63	2.25～ 2.93	2.50	0.15	15	2.23～ 2.93	2.42	0.16
h / p	41	9.26～12.40	10.26	0.74	12	8.59～10.28	9.45	0.50
h / e	66	1.63～ 2.20	1.93	0.11	15	1.85～ 2.26	2.02	0.10
h / Q	40	2.18～ 3.26	2.75	0.23	13	2.43～ 3.49	2.90	0.25

b, 鰓蓋骨　外部の観察では両種の間で特に上縁辺の彎曲形態，表面の骨質，巾及び上，下縁辺の内方への彎曲，内側面の前縁部位に形成する隆起線の形態，内側面の形状等に顕著な差異が認められる。MC の鰓蓋骨上縁辺の形態は決して切截的でなく彎曲し，その中央部位は明らかに陥谷部を形成し，特に成体魚に於いて顕著となる。しかし，MY は上縁辺の後部が僅かに上方に曲る程度で関節窩に近い首柄部分を除くと直線的で決して陥谷部を認めない。MC の鰓蓋骨前半部，特に肩柄部分はかなりの厚さをもつが，後半部分は薄い。全長70cm以下のものでは，後半の中央部位の厚さは 0.25mm以下で，殆んど透明に近く，後縁辺は特に薄い。MY は比較的小型の魚体でも後部縁辺まで肥厚し，略一様な厚さをもつが，最後辺端で急に薄くなる。更にMC の後半部分の内側面は殆んど平面的であるが，MY では上下両縁辺が内側方に向つて彎曲するため浅い凹部が中央部分に認められ平坦でない。鰓蓋骨の内側の前縁部位に於いて，関節窩を支持する首柄部から縦に下方に長く形成される前縁隆起帯* は，MC で

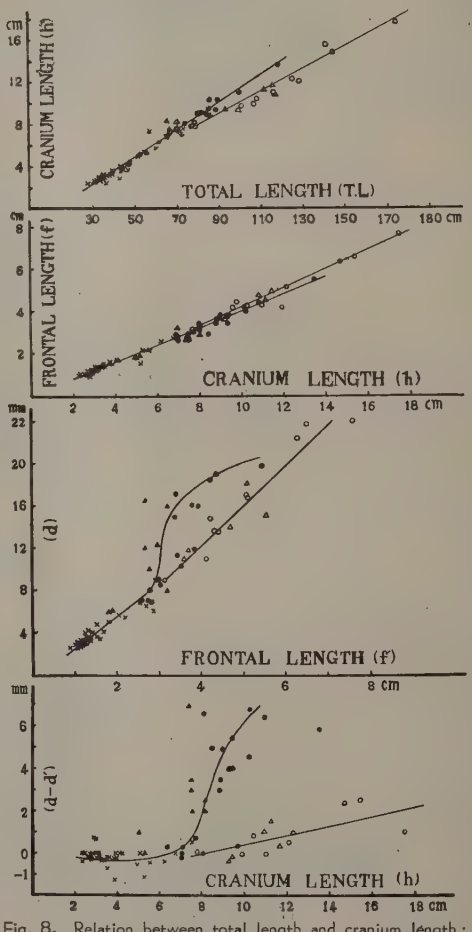


Fig. 8. Relation between total length and cranium length; cranium length and frontal length; and showing the swelling growth of frontal bone against frontal and cranium length. Measurement regions are shown in Fig. 7, male; MC－▲, MY－△: female; MC－●, MY－○: sex unknown; MC－×.

* 既往の研究業績中，この部位の名称が附されていないので本篇では仮りにこの部分を隆起帯 (Swelling band) と呼称する。

は全長 50cm以下では，この部分は軸的存在で，隆起帯は認められないが，成長に伴い漸次，僅かながら隆起帯が形成される。MY では比較的小型の魚体に於いてもこれが顕著に現われ，全長 90cm以上では著しく発達して，その峯端は後方に向い，その内側に陥入部が形成される。更にその陥入部には数箇の小窩が形成される。MC では斯様な小窩及び陥入部が全成長期を通じて形成されない。MC の鰓蓋骨は変移期から成体期に達する魚体，即ち，全長 60～80cm 以上になると，次第に前半の肩柄部は厚さを増し，額骨でみられる様な多孔性骨質が表面に拡張し，成長するに従つて漸次後方部分に及ぶ。このため表面骨質は粗雑で，色調は淡黄色を帯びて来る。しかしMY では多孔性骨質の出現及び拡張現象がなく，従つて鰓蓋骨表面は極めて円滑である。更に鰓蓋骨は腹鰓蓋挙筋，鰓蓋下掣筋等の筋肉によつて，外側及び内側面が包まれている。これらの筋肉と鰓蓋骨との間には，結締組織層の隔骨膜が存在する。MY ではこの骨膜は一様によく発達した筋隔様の厚い結締組織層によつて形成される。MC では鰓蓋骨と，これを包む筋肉との間の隔骨膜は極めて薄く，且つ，鰓蓋骨表面が多孔性骨質で，このため結締組織層は複雑である。従つて MY ではホルマリン処理標本の摘出は極めて容易であるが，MC では固定前の標本に於いても，これらの筋肉及び骨膜の除去が困難である。

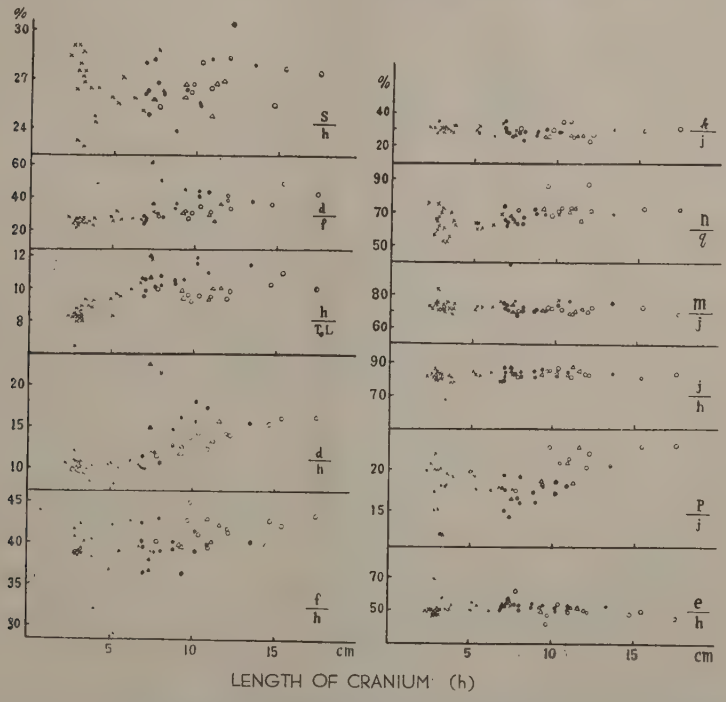


Fig. 9. Showing internal morphological characteristics by relation of cranium length to the length in each parts of head skeleton. Measurement parts are shown in Fig. 7. male ; MC－▲, MY－△ : female ; MC－●, MY－○ : sex unknown; MC－×.

図 10，に示す各部形質を測定して，両種間の外部形態の差違を求めた（表 7)。a／b及び a／c，の関係は平均値に於いて MC が MY に比して大きい値を示す。この相違は鰓蓋骨上

縁辺の彎曲形態，及び長さに対する高さの比率の差異を示す。a／d，a／hではMCに比してMYが大きい。更に鰓蓋骨重量の増加傾向を求めると，図11，の通りである。即ち，全長に対する鰓蓋骨重量の相対増重係数はMYに比してMCが大である。

Table 7. Comparison of length and proportionate measurements of parts of opercle between two species. Measurement parts are showing in Fig. 10, and number in prenthesis in the items being mean values.

Sp. / Sex	*M. cinereus*								
	Male			Female			Sex unknown		
Items	No.	Range Ratio	Range TL (cm)	No.	Range Ratio	Range TL (cm)	No.	Range Ratio	Range TL (cm)
b/a	2	0.17~0.25 (0.21)	70.10~71.40 (70.80)	13	0.16~0.36 (0.22)	66.20~118.70 (82.70)	25	0.18~0.34 (0.22)	28.10~89.70 (45.16)
c/a	2	0.58~0.81 (0.70)	70.10~71.40 (70.80)	13	0.51~0.80 (0.64)	66.20~118.70 (82.70)	26	0.48~0.80 (0.65)	28.10~89.70 (45.16)
d/a	1	0.10 (0.10)	71.40 (71.40)	13	0.06~0.21 (0.14)	66.20~118.70 (82.70)	12	0.04~0.22 (0.13)	31.30~39.70 (46.69)
a/h	2	0.19~0.24 (0.22)	70.10~71.40 (70.80)	13	0.22~0.35 (0.26)	66.20~118.70 (82.70)	26	0.19~0.32 (0.25)	28.10~89.70 (45.16)
Items	No.	Range Length (cm)	Range TL (cm)	No.	Range Length (cm)	Range TL (cm)	No.	Range Length (cm)	Range TL (cm)
a	2	1·40~3.03 (1.60)	70.10~71.40 (70.80)	13	1·72~3.03 (2.12)	66.20~118.70 (82.70)	26	0.54~2.30 (1.03)	28.10~89.70 (45.16)

M. yamaguchiensis				
Male			Female	
No.	Range Ratio	Range TL (cm)	No.	Range Ratio	Range TL (cm)
5	0.11~0.16 (0.13)	94.00~116.00 (107.80)	10	0.09~0.24 (0.16)	78.90~174.30 (122.71)
5	0.46~0.56 (0.50)	94.00~116.00 (107.80)	10	0.50~0.66 (0.59)	78.90~174.30 (122.71)
5	0.10~0.18 (0.14)	94.00~116.00 (107.80)	10	0.10~0.22 (0.18)	78.90~174.30 (133.71)
5	0.31~0.35 (0.33)	94.00~116.00 (107.80)	10	0.25~0.36 (0.32)	78.90~174.30 (122.71)
No.	Range Length (cm)	Range TL (cm)	No.	Range Length (cm)	Range TL (cm)
5	3.00~4.10 (3.54)	94.00~116.00 (107.80)	10	2.23~6.37 (3.81)	78.90~174.60 (122.71)

C，耳石　両種の成長過程に於ける外部形態及び重量の増加傾向を調べ両種の間に於ける差異について検討した結果，夫々固有の特徴を認めた。MCの耳石は未成魚の極く小さい魚体にみられるものではかなりの厚さを持ち，粒状を呈する。成体魚では普通，瓜種型を呈し，耳石の長さ，即ち長径に対して，厚さが薄い。更に耳石の外側及び内側面は多少起伏のあるものがあるが概して円滑である。下縁辺の部分は適度に彎曲し，且つ滑らかで，決して切れ込みによる波状形態をなしていない。しかし上縁辺の部分は下縁辺の如く円滑でなく，普通数箇の切れ込みによつて，波状形態をなす。MYでは未成魚，成体魚何れも外側及び内側面に起伏を生じて円滑でないが，この凹凸は比較的両面共に規則的で，特に内側面中央部位の顕著な窩形態は種の特徴を示している。下縁辺はMCと同様，適度な丸みをもつて彎曲し，円滑である。

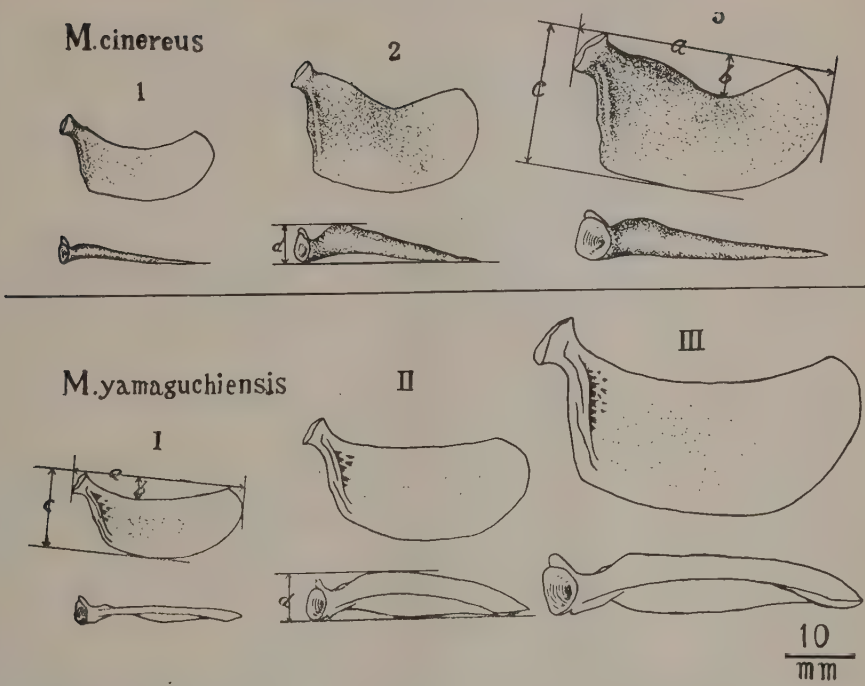


Fig. 10. Shape of opercle in each stage. Bones, righht side; upper row, lateral view of inside; lower row, dorsal view; **1**, 73.6cm(♀); **2**, 89.7cm(♀); **3**, 100.1cm(♀); **I**, 78.0cm(♀); **II**, 107.2cm(♀); **III**, 144.5cm(♂).

Table 8. Comparison between the measurements of otolith and cranium length. Items are showing in Fig. 12, and number in parensethesis in the items being mean values.

Sp.	*M. cinereus*								
Sex	Male			Female			Sex unknown		
Items	No.	Range Ratio	Range h (cm)	No.	Range Ratio	Range h (cm)	No.	Range Ratio	Range h (cm)
a′ / h	2	0.11~0.12 (0.11)	7.36~7.42 (7.39)	12	0.08~0.10 (0.09)	7.03~13.55 (8.78)	11	0.07~0.12 (0.11)	3.14~10.24 (5.46)
b′ / a′	2	0.45~0.50 (0.48)		13	0.47~0.61 (0·54)		11	0.41~0.63 (0.52)	
c′ / a′	2	0.22~0.23 (0.23)		13	0.15~0.24 (0.19)		11	0.13~0.25 (0.21)	

	M. yamaguchiensis					
	Male			Female		
	No.	Range Ratio	Range h (cm)	No.	Range Ratio	Range h (cm)
	4	0.08~0.09 (0.09)	9.45~11.60 (10.28)	9	7.78~17.50 (0.08)	7.78~17.50 (12.28)
	4	0.56~0.60 (0.58)		9	0.87~0.67 (0.64)	
	4	0.18~0.20 (0.19)		9	0.16~0.23 (0.17)	

しかし，上縁辺は多くの切れ込みによつて鋸歯状の形態を示す。全長 120.0cm以上の成体魚の耳石では，上縁辺の前部に缺刻が現われ，その後方部分は顕著に突出して，前部に比して更に著しい鋸歯状を呈する。耳石中には両種共に耳石表面が完全なものと耳石の全面或は外，内側面の一部又は数ヶ所に白色の脆い石灰質層をもつ耳石がある。後者の不完全な石灰質層の部分はホルマリン液による侵蝕作用を受ける。更にこの不完全な耳石は標本の採集時期に関係なく出現した。両種はこの不完全な石灰質層をもつ耳石の出現率及び出現全長範囲に相違が認められる。即ち，MC の出現率は 27.6%で，しかも全長 95.5cm以上では認められず，全長 60.0cm 以下の未成魚に最も高率に出現した。MY では MC に比して著しく大きい出現率を示し，73.2%で，出現全長は広範囲に亘り，全長 174.3cm の巨大な魚体に於いても認められた。この不完全な石灰質層をもつ耳石の出現現象は以上の結果から，単に成長期，又は時期的現象として見遁せない。即ち，聴石細胞の炭酸石灰質の分泌状態が両種一様と考へられないで，種間の体質的相違によるもので，他の骨骼系の成長率と併せ考えて，一つの種徴と思考する。

耳石の重量と全長との関係を求め，種間の増重率を調べた結果，図 13 を得た。即ち，相対増重係数は MYに比較して MCが大きく，顕著な相違を示す。更に図 12 に示す測定部位に於いて耳石の高さ，長さを求め，頭蓋骨長との関係及び形質相互の割合を示すと，図 14，表8の通りである。即ち，頭蓋骨長に対する長さの相対成長係数は MC に比して MY の方が大きい。高さと長さの割合は MCに比し MY が高い。

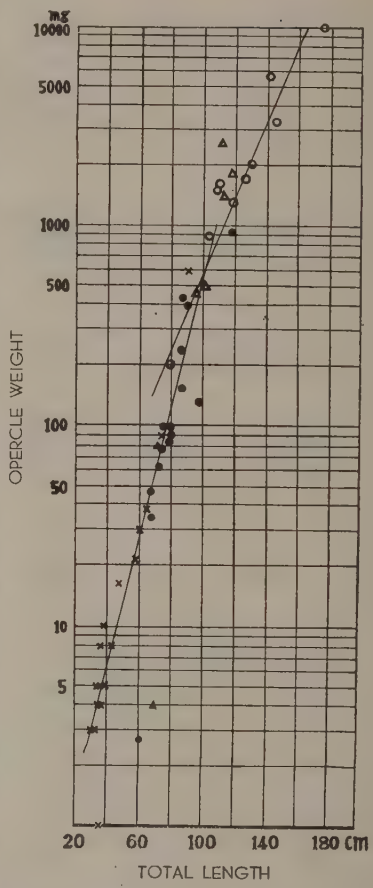


Fig. 11. Relation between total length and opercle weight. male; MC−▲, MY−△: female; MC−●, MY−○: sex unknown; MC−×.

3，結石　MY に於いては背鰭の鰭条基部に結石（concrement）と思考される骨質瘤が少数の個体にみられる。筆者等の扱つた材料の範囲では17尾中3尾に，この結石形成を認めた。この3尾の全長は 117.0（♂），128.8（♀），174.3（♀） cmで，夫々 8，23，14箇の結石形成を認めた。この結石の背鰭に於ける形成位置は，軀間の部分に於いてもまた，尾部にもみられ，背鰭全体に不規則に出現する様である。しかし，今回観察した範囲では，尾部に最も多くみられ，且つ，何れも左側の鰭条の基部で，副射骨（fin radial）に関節する部分の直上から膨出するが，決して副射骨に及んでいない。又，右側の鰭条に関係なく，この膨出によつて，鰭条の左右が癒合するのを認めない。即ち，外側に向つて骨質瘤が形成される。同一

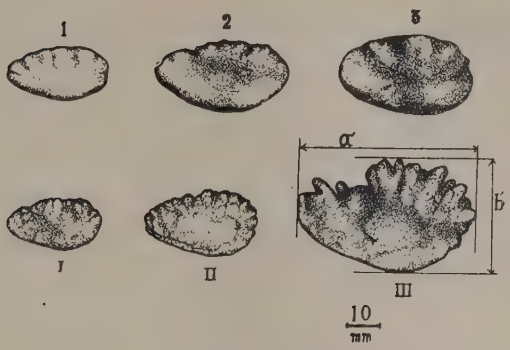


Fig. 12. Lateral view of the otolith (left side) in two species. Upper row, MC; lower, MY. 1, 77.0; 2, 100.1; 3, 132.5cm; I, 78.9; II, 100.0; III, 111～174.3cm.

の個体に於いても，結石の形態に相違があり，大小がある。大きい結石は長径15cmに達し，外部から，皮膚隆起によつて容易にその存在が認められる。MCでは多くの標本について調査

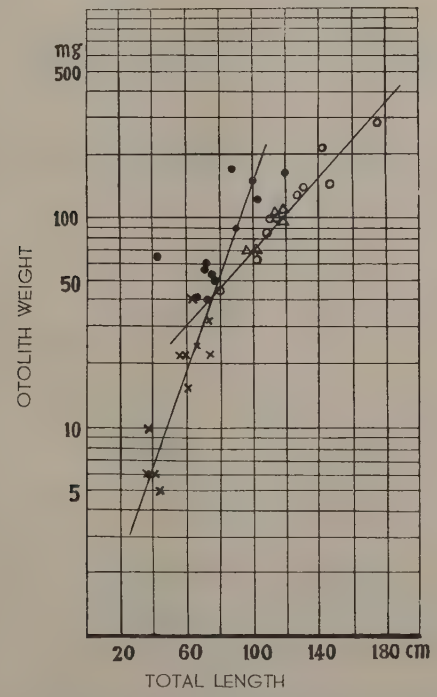


Fig. 13. Relation between total length and otolith weight. male; MC—▲, MY—△, female; MC—●, MY—○, sex unknown; MC—×.

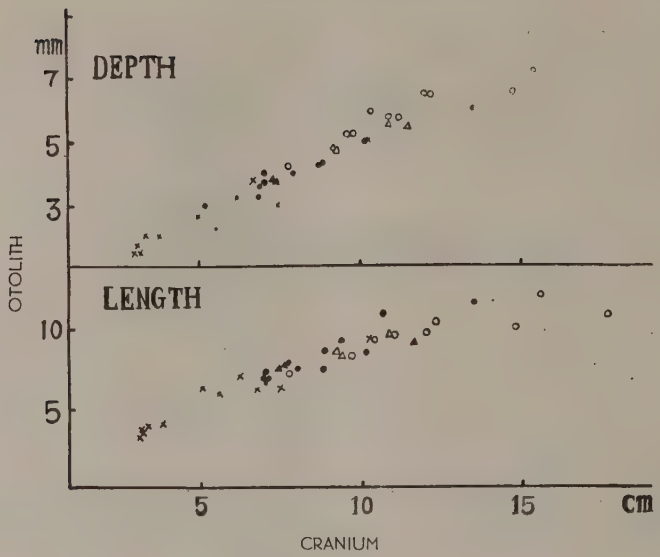


Fig. 14. Relation between cranium length and depth, length of the otolith. Measurement parts are shown in Fig. 12.
male MC—▲, MY—△, female MC—●, My—○; sex unknown, MC—×.

したが，かゝる石灰質の異状分泌による骨質瘤の形成を認めない。この結石は既述の如く，MY の全部に形成されるものでないので，分類学上の形質として指摘出来ないが，体質的な種徴として注目される。

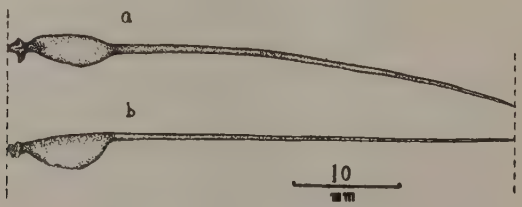


Fig. 15. Shape of concrement in the base of dorsal fin ray.
a, lateral view; b, frontal view.

結論　以上の研究結果から両種は側線孔数，側線孔間隔及び脊椎骨数，額骨，鰓蓋骨等の形態，成長度に夫々特徴が認められ，これらの諸形質の綜合検討によつて，両種の正確な分類が可能である。故に，*M. yamaguchiensis* を別種として区別することは適当と思考する。而して，筆者等の研究結果では，両種の識別は，外部形質として，肛門までの側線孔数を調べ，更に内部形質として鰓蓋骨形態を追究することによつて，容易に種の査定が可能であるとの結論を得た。更に MY は MC に比較して，巨大ハモとしての特徴が各骨骼系の成長に顕著に認め

られる。両種間の類縁関係については，今回の観察結果の範囲では精細な検討が加へられないが，歯の形態，構造及び両種の特質を除いた内外諸形質の形態，構造，成長傾向等か極めて類似し，総括的にみて種間の類縁濃度が高いことが窺知出来る。西海区水産研究所[9]は東海産ハモ属を *M. cinereus* とスズハモとに分け別種であることを認め，その外観上の差を指摘した。高井等*は1945～1950年の東海，黄海水域の底棲魚類調査に於いて東海南部水域で MY に類似するものを認めており，両種は何れも，本邦南部水域に広く分布していると思考する。

参　考　文　献

1. FOWLER, H. W. 1928 : The fishes of Oceania. Mm. Bernice P. Bishop Mus., 10, p. 37.
2. GüNTHER, A. 1870 : Catalogue of the fishes in the British Museum, 8, p. 45～47.
3. GOSLINE, W. A. 1951 : The osteology and Cassification of the ophichthid eels of Hawaiian Island. Pacific Sci. 5 (4), p. 298～321, figs. 1～17.
4. JORDAN, D. S. and SNYDER J. O. 1901 : A reiiew of the apodal fishes or eels of Japan, with descriptions of nineteen new species. Proc. U. S. Nat. Mus. 23, (1239), pp. 37～890.
5. K. MATSUBARA and A. OCHIAI. 1951 : On the conger eels related to *Arisona nystroni* (J. et S.) found in the waters of Japan and China. Mem. of the College of Agr. Kyoto Univ. 59, p. 1～19.
6. M. KATAYANA and T. TAKAI 1953 : A new congerlike eel, *Muraenesox yanaguchiensis*, from the Inland Sea of Japan (printing).
7. PHILLIPS, J. B. 1942 : Osteology of the Sardine (*Sardinops caeruea*). Journ., Morph., 70 (3). 463～500.
8. 清水三雄. 1947：骨の成長に関する研究，頁. 2—167，図. 1—26，北隆館.
9. 西海区水産研究所. 1953：東海，黄海に於ける底魚資源の研究. 西海区水産研究所. 16—19.
10. 増山元三郎. 1947：少数例の纏め方と実験計画の立て方. 22—45，河出書房.

* 片山，高井，1951：東海，黄海機船底曳魚類目録，日本水産学会誌，第16巻，12号 頁. 206（内容未印刷）

日本産発電魚類の研究*

1) メガネカスベ *Raja pulchra* LIU の発電器官の構造。

石山礼蔵・桑原誠之

The Electric Fish of Japan.

1) Some Observations on the Structure of the Electric Organ of the Skate, *Raja pulchra*.

By

Reizo ISHIYAMA & Seishi KUWABARA.

The present paper deals largely with the general observation on the structure of the electric organ of the common skate, *Raja pulchra* LIU, which inhabits throughout the coastal waters of Japan.

The investigations were first directed to preliminary consultation of many papers concerning the organ of European skates, which has long been known to exist in the tail. The electric organ of the skates of Japan was classified, from the structural characters, into two categories of the elements, disc- and cup-form, which are considered to be essentially of the same construction as those of European skates. The organ of *R. pulchra* is regarded as a disc-form one, and is found advanced in structure from that of other species of the genus *Raja*.

The number and arrangment of the elements in an organ were estimated by sections, which were cut in both horizontal and longitudinal directions at seven positions(2 to 8 in B of Fig. 1 and Fig. 2). The number of the elements computed graphically of an organ of the male and famale amounts to 13115 and 11856 respectively, in so far as the present investigation goes.

The electric element was microscopically observed consisting of five functional components as shown in Fig. 3. Of these, electric plate, striated and alveolar layers were regarded as an electric disc characterizing, and discriminating the skate organ from those of other electric fishes. The electric plate is made of a layer of protoplasm, containing numerous nerves which divide dichotomously as they pass backwards through a supporting connective tissue framework (Fig. 3, D). The striated or meandriform layer consists of a compact mass of lamellae, which, though often represent an extremely sinuous appearance, are seemingly continuous from one end of disc to the other. The alveolar layer which lies posterior to the striated layer is smooth and even anteriorly, while the posterior

* 水産講習所研究業績第103号

portion ends extremely irregular, presenting a number of spaces or alveoles which somewhat resembles the sacculations in a frog's lung. In a large space behind the alveolar layer there is a thick cushion of gelatinous tissue, which fills up the gap between the alveolar and septum of connective tissue binding the chamber in which the disc lies. Each disc may hence be said to lie in a cell or chamber, giving off the numerous nerves in front and fibrous investment involving blood-vessels which enter the chamber from behind. Thus, the electric organ of *R. pulchra* was found to have essentially the same construction as that of a European skate, *R. batis*.

発電魚として古から知られて居るもの に，デンキウナギ *Electrophorus electricus*, デンキナマズ *Malopterus electricus*, *Mormyrus sp.*, ミシマオコゼの一種 *Astrocopus sp.*, シビレエイ科 *Torpedinidae* 及びガンギエイ科 *Rajidae* 等に属する多数の種類がある。之等の魚類は夫々属する科或は属により特有の構造をもつた発電器官を有し，一般に該器官の発達程度に応じた起電力を有して居り，生物の発光現象と共に生物界に於ける特殊な器官として注目されて来た。以上挙げた発電魚類の中，ガンギエイ科魚類では尾部の筋肉中に発電器官があつて，比較的弱い電気を発生する事実が欧州産の種類では以前から知られ，既に多くの研究が発表されているが，日本近海産の種類も欧州産のものと略同様な構造の発電器官を有し，而も該器官の発達程度に可成り明瞭な種的相違が認められることが最近知られた（石山，1954)[9]。而して本科魚類の有する発電器官は魚体の後方死角を護る尾部の保護をする可く作用し，該器官の発達によつて尾部は一層有効に働くと共に或る程度尾部の長さが補償されることによつて魚体の後方から襲ふ外敵に対する防衛が強化されていると推論した(石山.1953)。然し，以上の推察が実際に肯定されるには更に多くの実験と研究を行い，詳細な分析，検討が必要である。そこで著者等は本科魚類の発電器の構造と電気を発生する際の機構を知る可く研究に着手した。

メガネカスベ *Raja pulchra* Liu は本邦近海産のガンギエイ（カスベ）類の中でも比較的発達した発電器官を有し，而も広範囲の水域に棲息して居るので，先ずこの種に就て，該器官の解剖学的観察を行い，且つ欧州産の類似種の器官との比較を試みた結果の一部をこゝに報告する。供試魚は主として石山が北海道から東支那海までの本邦沿岸各地で蒐集したものである。肉眼的構造の解剖にはホルマリン10％液漬標本を使用し，組織学的研究は新鮮な魚体から該組織の一部を採り，ホルマリン液及び Gilson 氏液で固定後，ツエロイヂン切片となし Haematoxylin-eosin, van Gieson, Weigert氏 Eisen-haematoxylin 染色等を行つて検鏡した。

結　　果

発電器の肉眼的所見：メガネカスベの発電器は尾部両側の殆んど全域に亘つて存在している。即ち，尾部前方に於いては腹鰭基底の後端から後方の体側筋に相当する部分に在る(Fig.1, A)。発電器全体は結締組織で被覆され，細長い紡錘形をした柔軟な組織で出来て居る。全長1052mmの雄成魚の該組織の長さは371mmで，第一背鰭起点の最も太い部分の直径は約9mmであつた。尾部中央部の横断図（Fig. 1, B）に示す如く，横断面全体の約1/5～1/2を占め，比較

的よく発達している。この部分の該組織面は略々扇形をなし，外方に向う部分は強く変曲しているが，脊柱に接近して内方に向う部分では背腹部筋肉に挟まれて内側に窪み乍ら鋭角をなして終つている。而して該組織の横断面の形状は前後に於ける位置によつて可なり相違し，前方では漸次楕円形に近くなるが，後方では尾部末端に近ずくに従ひ脊柱に向つて突出する部分が広くなつて円形となり，尾部の断面全体に対する該組織の占める割合が大きくなつて居る。尾部の5ヶ所に於いて横断し，発電組織と筋肉束及び他との関係を示すと図の如く（Fig. 1, B; 1…8），尾部前方では筋肉が脊柱を除いた部分の主体となり，後方では反対に発電組織が主として尾部の軟組織を形成している。以上の事実から筋肉の変換によつて生じた発電器官が尾部の後方の部分程該器官として有力に作用していると考へられる。次に発電組織を縦に薄く切断すると多数の小房が密に重畳して配列して居るのが見られる(Fig.3)。この小房が後述する電函であつて，本種の電函は大形で，該組織の中央(Fig. 1, B; 3，5）では.0.08×0.16mmであつた。各電函は茸の傘の様な形をなし，組織の中心程傘の直径は大きいが，周縁部で小くなつている。電函は前方から後方に幾分斜に配列し，前後の配列では電函が割合に規則正しく並んでいるが左右及び垂直面に於ける配列は不規則である。各電函は薄い隔壁で相隔離せられ（Fig. 3, A ; ts），縦走する隔壁は1個の電函を挟んで数条走つて居る。従つて実際には，発電組織内の電函は周縁部に向つて縦走する隔壁で出来た数個の錐が重畳し，その間隙に前述の如く配列している。Fig 1，B; 1に於てホす様に，尾部の前方

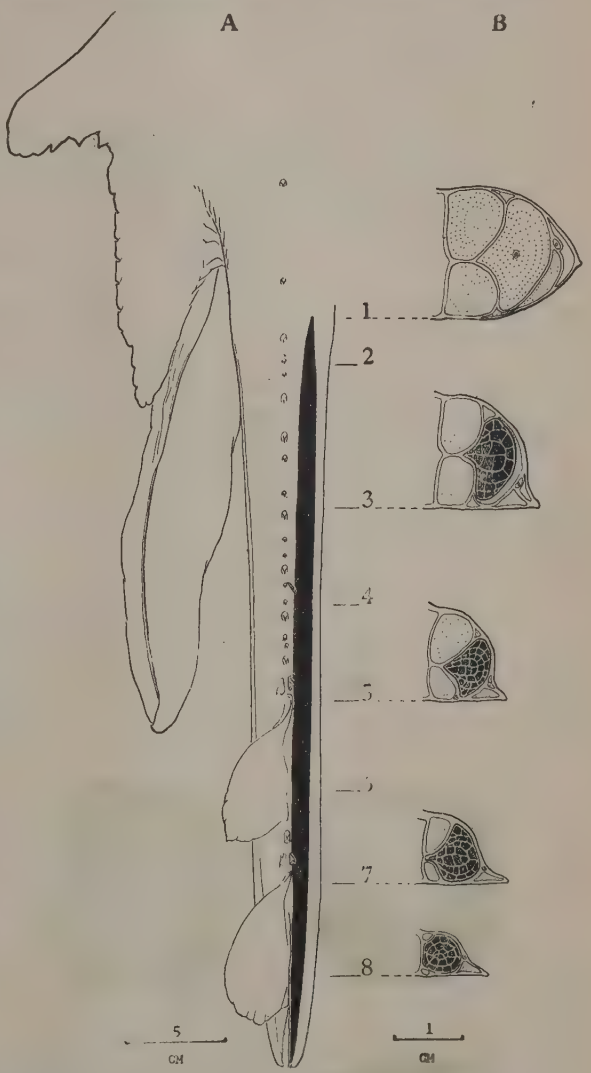


Fig. 1. Sketches showing the electric organ of *R. pnlchra* Liu. Black in A, dorsal aspect; B, transverse sections at 1, 3, 5, 7 and 8. All the numbers asigned other than 1 correspond with those positions, where it were cut in sections. See also Fig. 2.

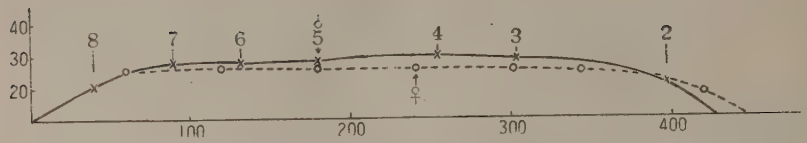


Fig. 2. Showing the pressumptive distribution of the electric elements in an organ of two sexes of *R. puchra* Liu. Average number of the elements in cross sections (vertical axis); the number in a series through n organ (horizonta laxis), so that, respective area enclosed by the curve represents magnitude of assumptive number of the elements involved in an organ; the numbers (2—8) at cross signs on the line corresponding those positions where cut in sections in the organ of male, and also the number are indicated in Fig. 1, A; circles on the brocken line subject to that of female; arrow of respective curve shows the insertion of first dorsal fin.

に於いて発電組織の占める部分の少いのは，相重なる筋円錐の中，発電組織に変換したものゝ頂点に近い故である。反対に後方では同円錐の重覆部になるが故に該組織も肥大するが，更に背鰭より後方では相重る円錐の数が少くなり遂に数個の電函を包む単一の円錐となつて終つて居る。従つて，尾部の各部分を横断すると，発電器の最前方（Fig. 1, B; 1）では電函を囲繞する隔壁即ち円錐の周縁に相当するものは唯一個であり，その外側に体側筋の筋肉錐が数層重なつている。更に第一背鰭起点附近の横断では(Fig. 1, B; 5）電函の錐は4層となり，筋肉錐は薄いものが1層か或は全く見られない。この部分より更に後では（Fig. 1, B; 7, 8）再び発電組織は少くなり後端の附近では一層の電函で占められるに至る。

1個の発電器の単位長さの組織内に含まれて居る電函は以上述べたところにより，前後両端では少く，中央部に於いて多いことになる。そこでFig. 1, A に示す7ヶ所（2—8）の部分に於ける縦横断切片を作つて，各部分の夫々の断面に見られる電函の平均数を数えて1器官内に含まれる電函の分布状態を作図によつて述めた(Fig. 2)。即ち，本種の電函の分布は全体として略平均して居り，前後両端に近い部分で急に少くなつて居る。この事は前掲の断面でも大体

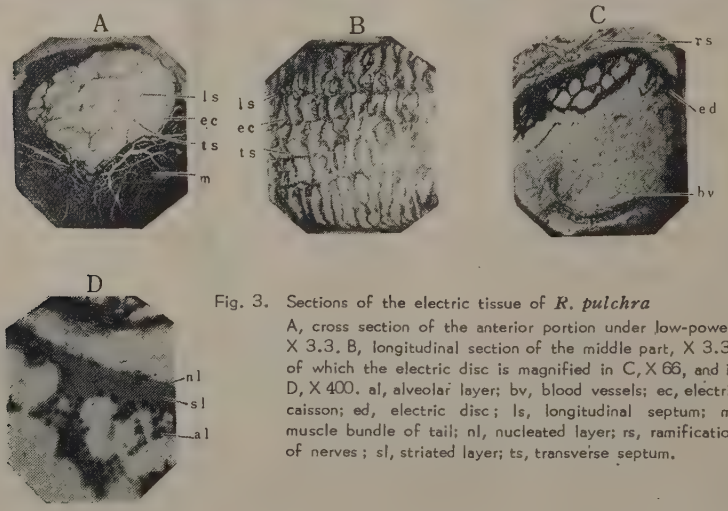


Fig. 3. Sections of the electric tissue of *R. pulchra*
A, cross section of the anterior portion under low-power, X 3.3. B, longitudinal section of the middle part, X 3.3, of which the electric disc is magnified in C, X 66, and in D, X 400. al, alveolar layer; bv, blood vessels; ec, electric caisson; ed, electric disc; ls, longitudinal septum; m, muscle bundle of tail; nl, nucleated layer; rs, ramification of nerves; sl, striated layer; ts, transverse septum.

諒解出来やう。そして雄に於ては発電器の主部に於いて僅かに多くの電函を含んでいる部分が認められるが，雌ではこの様な変化は殆んどなく発電器主部に於ける電函は一様に分布して居る。一方1縦列数では（Fig. 2の横軸に示す）雌の方が雄よりも幾分多いことを示して居る。之等の電函の分布曲線の囲む部分は夫々の性に於ける一つの器官内に含む電函の総数を示して居る故に，之等を測定して雌11856個，雄13115個の電函が夫々の器官を構成して居たと云える。

肉眼的観察による本種の発電器官は以上述べた如く；1）尾部の殆んど基底から後端までの両側にあつて，比較的よく発達し；2）紡錘形をした該器は多数の複雑に配列する電函で出来て居り；3）電函は該器の中央では多層に，両端近くでは僅層に重畳した錐に囲繞されて分布し；4）従つて各部分に於ける電函の分布状態は中央部に多く両端近くで急に激少し；5）1器官を構成する電函の総数は，雄が雌よりも多いことが認められた。

微細構造：発電器官を構成する電函は筋隔と相同の薄い結締組織の隔壁で相互に隔離されて居り，この隔壁は後述する様に各電函に血管及び神経を導入している。各1個の電函は次の5つの要素から出来て居る。

即ち，Nervous lamina, Nucleated layer, Striated layer, Alveolar layer 及び Blood vessel で，之等の中，前二者は電板（electric plate）として知られ，発電現象に直接最も重要な関係を有するものと考えられて居る。電函は一種の膠液状組織で満たされ，その中に一個の電板があつて前後部に夫々 Nervous lamina と Blood vessel が分布している（Fig. 3, C）。

Nucleated layer：electric plate とも云はれ，電板の前面を覆ふ稍々透明な原形質で，薄板状を呈し，ワンギーソンの染色液で鮮かな黄色に染まる。この層にはワイゲルト氏鉄ヘマトキシリンで染色される可なり大きな楕円形の核が散在する点で次に述べる Striated layer と異つて居る。本種の Nucleated layer は厚さが約 ½ μ，核の長径は 0.6 μであつた。電板の前部に分布する多くの神経終末は後述する如くこの層と接続して居る（Fig. 3, D; nl）。

Striated layer：Nucleated layer の後方にある稍々厚い層で，多数の条紋（striae）があり，それらは複雑に彎曲し乍ら各条紋が並行的に並んで居る。この層には核はなく，層の厚さは約 3 μで，条紋の間隔は約 0.2 μであつた（Fig. 3, D; sl）。

Alueolar layer：電板の最後部にあつて，非常に凹凸の多い複雑した表面と多数の腔所を有する原形質層から出来て居り，所謂蜂巣状（alveolar）を呈し，全体がワンギーソン氏液で黄色に染まる。この層には多数の核があり，而も基部には前述の条紋も認められる（Fig. 3, D; al）。

Nervous lamina：電板の前方を満して居る膠液状組織に多くの神経繊維として分布し，之の末梢神経は先ず脊髄神経の腹側根として発して後，筋隔及び各電函を隔離して居る隔壁を作る結締組織に沿つて分枝し乍ら走り，各電函に分布する。電函内に分布する各神経末端は更に数本の filament に分枝すると共に，明かな核を有する無鞘神経叢となつて電板の Nucleated layer に接続して居ることが認められた（Fig. 3, C; rs）。而してこの部分の一層詳細な観察は今後の研究に俟ちたい。

Blood vessel：電板の後方に於ける比較的広い部分に分布する毛細血管叢で，その末端は Alveolar layer に分布している（Fig. 3, C; bv）。而して電板の前面にはこの様な毛細血管は認められなかつた。以上が各電函を形成して居る5つの主な要素に就いての観察結果である。

欧州産の類似種の発電器官との比較：Ewalt [5-8] は欧州産本科魚類の発電器の詳細な解剖

学的比較研究を行ひ該器官を形成する電函の形状によつて盤状(disc-form)と杯状(cup-form)の2型に分けた。本邦産の種類の有する該器官も同様に分類され，盤状型は南方系 Raja属に，杯状型は主として北方系 Breviraja, Rhinoraja 属に包含される種に見られることは既報の如くである（石山，1954)[9]。

メガネカスベの発電器官は明らかに盤状型に属し而も，比較的よく発達した状態にある。そこで欧州産の種の該器官と比較すると *Raja batis* と甚だよく一致して居るのみならず，外形的にも両者は類縁性が深い事を知つた。

即ち，本種の成魚の体長は *R. batis* のそれの約½に達するに過ぎないが，両種の発電器官の長さの魚体長に対する割合は略々等しく，本種の0.35倍に対して後者では0.31倍（Ewalt, 1892; p.403)である。次に該器官の横断面の形状では，本種では主部に於いて扇形に近いが，後者では多角形に近く（Sanderson and Gotch; 1888; p.141, Ewart, 1892; pl. 26, fig. 5)，本種の該器官の後部のそれに近似した形である。この点から考えると，後者の該器官は本種のそれより幾分発達した段階にある様に思われる。更に1個の該器官を構成して居る電函の数に就いて比較すると，本種では前述の如く約11,000（♀)，13,000(♂)であつたが，*R. batis* では10,000（Ewalt,1892 : p. 397）であつた。後者は前述の如く本種より遙かに大形に達し，而かも該器官は発達した状態にあると思われるにも拘らず，電函の数では本種の方が却つて幾分多いことは，両水域に於ける本科魚類の該器官の発達過程の系統的相違によるものか或は測定方法の違いによつて生じたものかは現在不明であるが将来尚研究を要することである。

両種の有する該器官の微細構造に就いて比較すると，それ等の電函は同じく前述の5要素で構成されて居る点では全くよく一致している。唯之等の発電要素の中，条紋及び蜂窩層の形状に多少の相違が見られるが，この様な相違は本邦産の種間に於いても屢々認められる故に之等の違いはむしろ該器官の発達程度の種的相違であると考えられる可きである。

以上述べた如く，メガネカスベの発電器官は欧州産の *R. batis* の該器官の形態並びにその微細構造との比較に於いて後者の方が幾分発達した状態にあるとしても，両者は甚だ，酷似した該器官を有する故に，後者について行われた各方面からの研究はそのまゝ前者に対しても適用できると共に，両者の夫々類似種間に就いても同様のことが考えられる。

考　　察

本科魚類の尾部に特殊な組織で出来た発電器様の構造の存在を初めて発見した Stark (1845)[12] は該器官は各々が隔壁で仕切られた透明なゼラチン質で充たされた小室(compartment)で出来て居る四角な膜状の管で出来て居ると記載し，Robin (1846)[10] によれば該器官は紡錘形をなし，隔壁で仕切られた菱形の小室で構成され，その中には多角形の盤（disc）があり，各小室は縦の隔壁でも区劃され，「行．列」に並んで居るとした。更に Sanderson と Gotch (1888)[11] は該器官は相互に疱室中に不完全に分かれて存在し，各々は1個の盤（disc）を有するところの紡錘形の管であると説明して居る。Ballowitz (1897)[2] は器官を構成する電函は次の3要素

1．die vordere (glatte) Rindenschicht.
2．die (lamellare order mäandrische) Innensubstanz.
3．die (anregelmassig netzformige) Rindenschicht.

で出来て居るとした。一方 Ewart (1888—'92)[5–8] は該器官の形態並びに組織発生等の研究を詳細に行い，当時に於ける該器官の解剖学的研究に一応の終止符をつけ，研究の対称は専ら該器官の生理学的領域に移つた。即ち du BoisReymond (1881)[4] その他は外の発電魚類の該器官に比較して本科魚類のそれを "pseudo-electrical" 或は "imcomplete organ" と称す可きことを主張して居る。その理由は Torpedo や Gymnotus 及びその他の発電魚の電函構造とガンギエイ類のそれと比較すると；1) 膠液状組織の中に唯1個の電板を有する事；2) 神経系と血管系とは電板を挟んで完全に分離して居ると云う2つの点では両者は一致しているが，ガンギエイ類の電函には元来横紋筋に見られる特性が残存する条紋層があり，而も起電力は非常に弱いと云う特徴を有するからである。然し，発電魚類はすべて夫々特有な構造の放電器官を有するが，それらはいづれも筋肉系からの変換によつて生じたものであり，ガンギエイ類ではEwartの研究で明らかな如く尾部の体側筋から変つて出来たものである。而もこの類には特種な構造を有する蜂窩層が発達して居ること並びに従来記載せられて居るものより遙かによく発達した該器官を有する種が最近発見されて居ること等から考えて，du Bois Reimond 等が行つた様な他の発電魚類の該器官と本科魚類のそれとの区別は困難で，他の発電魚類が夫々特有な構造の該器官を有すると同様に本科魚類も特化した発電機構を持つた器官として発達を遂げて来たのではないかと思われる。然しこの事に対する正確な比較は両者の放電機構に関聯した詳細な生化学的研究によつて行われる可きであろう。こゝに報告したメガネカスベの発電器官は欧州産の *R. batis* のそれと構造上殆んど一致して居る故に，欧州産の種について今日までに行われた多くの研究の結果は日本産の類似種に対しても適用出来るのみならず本邦産の種の中には外形的に見て種々の発達段階を示す該器官を有するものが見られること等から之等本邦産の種類に於ける該器官の研究は生物学的に興味があるのみならず，最初に述べた本科魚類の発電器官の生態的意義を明かにするための有力な根拠をあたえるものと思う。

本研究をなすに当り多くの貴重な文献の借覧を許された名古屋大学理学部楫山正雄博士並びに石川優氏に対し深く御礼を申上げる。

文　献

1) Altamirano, M., C. W. Coates, H. Grundfest and D. Nachmanson; 1953 : The mechanisms of bioelectric activity in electric tissue (1). The resopnse to indirect and direct stimulation of Electoplaques of *Elecrophorus electricus*. Jour. Gen physiol. 37 (7) 91～110.

2) Ballowitz, E., 1897 : Über den feineren Bau des elektrischen Organs des gewöhnlichen Rochen (*R. clavata L.*). Anat. Hefte, Bd. 7, 283～375.

3) Coates, C. W., 1949 : Electric fishes. Repts. Electical Engineering.

4) du Bois Reymond; 1881 : Untersuchungen am Zitteraal, 68.

5) Ewart, J. C., 1888 : The electric organ of the skate. On the development of the electric organ of *Raja batis*. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 179, B. 399-409.

6) ———, ——— : ———. On the structure of the electric organ of R. circularis. Ibid. 179, B. 539-

7) ———, ——— : ———. On the electric organ of R. radiata. Ibid, 179, B. 539-552,

8) ———, 1892——— : ———. Observation on the structure, relations, progressive development, and growth of the electric organ of the skate. Ibid, 183, B. 378-420.

9) Ishiyama, R., 1954 : Studies on the ray and skates belonging to the family Rajidae,

fonnd in Japan and adjacent regions (5). Electric organ supposed as an armature. Mem. 60th Jubil. Prof. Yaichiro Okada, (in press).

10) ROBIN, CH., 1845 : Recherches sur un organe particulier qui se trouve sur les poissons du genre des Raies (Raia Cuv.). C. R. Acad. Sci. Paris, T. 22, 507-535.

11) SANDERSON, J. B., and F. GOTCH, 1889 : On the electrical organ of the skate. Part II. Jour. Physiol., 10. 259—278.

12) STARK, DR., 1845 : On the existence of an electrical apparatus in the flapper skate and other rays. Ann. Mag. Nat. Hist., 15, 121.

Occurrence of Luminous Organs on the Tongue of Two Scopelid Fishes, *Neoscopelus macrolepidotus* and *N. microchir.* *

By

Seishi KUWABARA

JOHNSON (1936) has described a scopelid fish, *Neoscopelus macrolepidotus*, as a monotypic species of his new genus by having examined a single specimen taken from Madeila. Through the detailed examination of Japanese scopelid, Matsubara argued that the fish could be distinctively separated into two species but referable to one genus. Namely, *N. microchir* is when compared with *N. macrolepidotus* characterized by having more numerous photopores organs in the lower side of body in addition to longer head and pectoral fin than the latter species (MATSUBARA, 1943).

Though considerable literatures concerning the luminous organ of fish have been accumulated, the organ developed on unders-surface of the tongue of the scopelid was overlooked by from investigators.

Recently, the author obtained several specimens of two species mentioned above by the courtesy of Prof. R. ISHIYAMA, and found that not only the differences in number and distribution of the luminous organs on the lower lateral side of the body but also organs which were newly found furnish a remarkable distinction between the two species.

The present paper comprises the comparison in number and distri bution of the tongue photopores within two species as well as the histological structure of the organs comparing with one of the lateral side of body.

The materials dealt here were taken by means of the motor trawler from depth of about 100 fath's off AICHI and Mie Pref., Kumanonada.

The specimens thus far examined in this study involve the adult forms of fish, measuring about 170 and 150 mm in their total length of *macrolepi*dotus and *microchir*, respectively. In the first place, the general topographical features of the tongue organs in the two species were treated macroscopically using the formalin (10%) preserved specimens.

The histological investigation of the organ was followed, by using the method of usual celloidin section cut into 10—20 micra thick of serial sections, which were stained with Heidenhein's iron-haematoxyline and eosine solutions.

Macroscopical observation of the tongue photopores : Having observed macroscopically the tongue *in situ* turning inside out with its appex of the tongue, the photopores are fringging the anterior marginal portion of the tongue in a

* Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No.104.

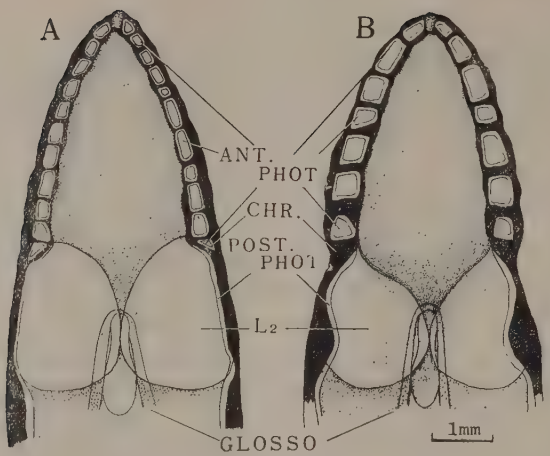


Fig. 1 Shows the tongue photopores in two scopelid fish.
A, *Neoscopelus macrolepidotus;* B, *N. microchir* :
ANT. PHOT, anterior photopores; POST PHOT, posterior photopores; CHR, chromatophoren membrane; L_2, lens; GLOSSO, glossophyal bone.

regular series (Fig. 1, A, B). Then, the presence of the photopores never reveal on the dorsal surface of the tongue so that the black pigmented epithelium (CHR) is thickly covering dorsal surface of the organ. Accordingly, it seems that the presence of such organ in the tongue have not been found till now.

Basing on the distribution of the tongue organ it is classified into consisting two different sizes of groups. The one, in which the photopores (labeled ANT. PHOT. in Fig. 1, A, B) are small, mounting in the anterior thinner part of the tongue being gradually smaller in their sizes as they approach to the appex of its tongue. The other one is composed of a couple of large photopores, (POST. PHOT) occupying the space of either sides of the protuberance that laying over the glossohyal bone (GLOSSO). Thus, the number as well as their sizes in those respecitve group of the tongue organ reveal apparent differences taking the gross anatomy within these two species.

Microscopical anatomy of the tongue photopores : The structure of the luminous organs of these two species of the fish is essentially the same as that of the organ of luminous deep-sea fish with true luminous organ, such as, Polypnus and Myctophids. The organ of the fish consists of five functional components, which were demonstrated by the histological study of both in cross and longitudinal sections of the organ. The five components are a luminous body, which are ranging ressonably corresponded to function, photogenic gland (labeled PHOT, in Fig. 2), reflector (REFT), granular layer (GRAN), lens (L_1, L_2, & L_3) and pigmented membrane (CHR).

Reflector : The part, which has opaque guanophoren membrane covering outside

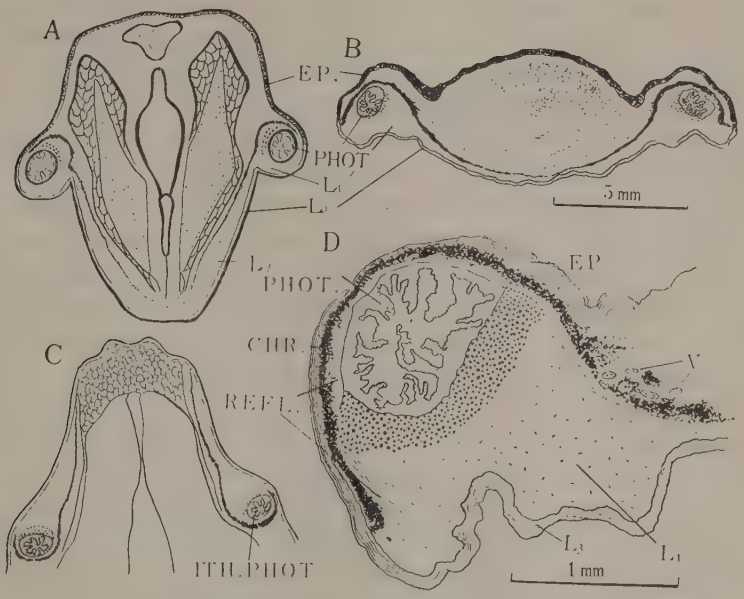


Fig. 2. Shows the cross sections of the tongue photopores.
A, posterior; B, anterior; C. ithmus parts respectively, of which magnified view of the photopore in D.

of the photogenic gland and small granular layer consisting of numerous nuclei that will be referred to after immediately, is back with a pigmented membrane.

Granular layer. : Having observed this portion of the granulated layer that occupying a small area in front of the photogenic gland, however, the presence of such elements, the light filter, that have been pointed out by HANEDA (1952) in his crucial experiment in *Yallera* and *Polyipnus*, have fail to reveal it, as unfortunately the author had not an opportunity to assertain the occurrence of light emited from the organ of living fish. But, considering the structure of this portion together with its location, this peculiar layer may be correspondent with that of HANEDA's *light filter*.

Lens : As showing in Fig. 1 and 2, it will be assumed that L_1, L_2 and L_3 might clearly be performed as the function of lens because these portions facing the under surface of the tongue organ are filled with perfect transparent gelatinous substance. Within these three sorts of lens, L_1 is so-called lens which many investigators described as, and L_2 in the posterior organ is very thick by having thicker transparent substance appearing like that of the *aqueous humor* of the eye. Thus' a pair of the posterior photopores in the tongue is characterized by having thickened lens, L_2, which is possesed neither in the anterior group of the organ nor in the lateral series of the photopores of the body of these fishes.

Further, the lens, La be noted herewith that the translucents superficial layer of the epitherium that covering overall the undersurface from the anterior photopores to the posterior ones which may be designated here as epidermal lens.

Pigmented membrane: The membrane covering backside of the *reflector* is of much obvious, and is constructed by melanophores to under surface of the floor of the main body of the tongue so that the light emited from the organ might not come through the surface of the tongue. The membrane contains numerous blood vessels (labeled V in Fig. 2, D) in the portion where the photopores close in contact of main axis of the tongue, and is running overlaying the under floor as the thinner membrane. The pigmemnted membrane that laying the above mentioned melanophore might be able to faciliate the *light reflector* together with these two membrane keeping the light emited from difusion upward through the basihyal bone and muscle of the tongue.

Thus, the results obtained in both anatomies of the tongue light organ are essentially simiar to that organ of those hitherto known deep-sea fish with own luminous organ (BRAUER; 1904, MANGOLD; 1907, OSHIMA; 1910—'11 and HANEDA; 1952, etc.). Such being the case, it will not need here further discussion on the luminosity of the organ which in the tongue of these two *scopelids*.

Comparison : The author have ascertained that there are some considerable differerences not only in number and arrangment of tongue organ but also degree of development of the organ within the two species. Namely, as the number of tongue photopores was compared, 24 for *microchir* and 14 for *macrolepidotus* were counted, respectively (see Fig. 1, A & B). Moreover, the size of anterior organ of later species is larger than that of the former, conversely, the consepuence is reversed within each other in case of characteristic posterior ones.

General conclusion to be drawn from the comparison in the histological anatomy of the organ within two species may sugested that *microchir* is more in advance than *macrolepidotus* as as far the tongue luminous organ concerned.

It will be note-worthy fact that the distinction between *microchir* and *macrolepidotus* is more classified by their tongue photopores, which are newly described here in comparison with each other by means of both macro and microscopical anatomies.

Summary

1) Turning inside out with appex of the tongue of two Japanese scopelids, the photopores fringe along the anterio-marginal portion of the tongue in a regular series.

2) Basing the structure photopores divide into two groups. Namely, the group of smaller photopores arrange at anterior thinner part of tongue laying in a row, the second is composed of a couple posteriorly.

3) The organ is closed type of light organ without any opening and duct, and

is consiting five components, *photogenic gland, lens, pigmented membrane granular layer* and *reflector*.

4) Consisting the lenses characterized the tongue luminous organ, especially the large one, L_3 shows thicker quite translucent aquous substance at posterior group.

5) In number of the organ, *microchir* is 24 and *macrolepidotus* 14, respectively, and the size of the later is larger than former anteriorly, on the other hand the consequence is reverse posteriorly.

6) As far as the tongue luminous organs concerned, *microchir* is more in advance than *macrolepidotus*.

In conclusion the author wishes to take opportunity to express his sincere thanks to Prof. REIZO ISHIYAMA of the college, for his kindness in giving valuable guidance and encouragment throughout the course of this study.

References

BERTELSEN, E. & JUL. GRONTVED, 1945 : The light organ of a bathypelagic fish *Argyropelecus olfersi* (Cuvier) photographed by its own light. Vidensk, Medd. far Dansk naturh. Foren., 3,163~167.

HANEDA, Y., 1952 : Some luminous fishes of the genera *Yarrella* & *Polyipnus*. Repts., Pacific Science, 6 (1), 13~16.

HARVEY, E. N., 1920 : The production of light by the fishes Photoblepharon & Anaomalops. Publication No. 312 of the Carnegie Institution of Washington, 43~60.

————. 1931 : The luminescence of deep-sea shrimp. Zoologica, 12 (7), 71~74.

——. 1948 : Deep-sea photography. Repts., Sears found. Journ. Mar. Res. 10~16.

————. R. S. ANDERSON, J. B. BUCK, A. M. CHASE, N. EVRING, and H. JOHNSON 1948 : BIOLUMESCENCE : Annals of the New York of Sniences, 49 (3), 327~482.

————. 1952 : Luminescent organisms. Repts., American Scientist, 40, (3). 468~481.

HICKLING, C E., 1925 : New Type of Luminescens in Fishes. Jour. of the Mar. Biol. Assoc. of the United Kingdom. New Series 13, 914~937.

KATO, K., 1947 : A new luminous species of the *Nemertea, Emplectonema kandai* sp. nov. Jap. Jour. of zoology 8 (2), 1~2.

KISHITANI, T., 1930 : Studien uber die Leuchtsymbiose in *Physiculus japonicus* Hilgendorf, mit der Beitage der Zwei neuen Arten der Leuchtbakterien. Tohoku Imp. Univ. sci. Rpts., 4 series, Biol. 5 (4), 801~823.

MANGOLD, E., 1907 : Uber das Leuchten der Tiefseefische. Arch. Gesamm. Physiol. Pflugen, Bonn, 119 (12), 583~601.

MATUBARA,K., 1943 : A reviw of the Scopelid fish, referable to the genus *Neoscopelus*. Jour. Shigenkagaku Kenkyusyo, 1 (1), 55~63.

OSHIMA, H., 1910—'11 : Some obervation of the luminous organ of the fish. Zoo l. mag. 225, 10~17, 257, 191~200, 285, 233~245.

YASHAKI, Y., 1928 : On the nature of the luminescence of the knight fish (*Monocentris japonicus* (Houttuyn)). Jour. Exp. Zool., 50 (3), 495~505.

鮎 (*Plecoglossus altivelis* T. & S.) の成長に伴う消化酵素系の変化に就いて*

武　居　　薫

Studies on the Change of the Digestive Enzyme Systems with Growth of the Fish, *Plecoglossus altivelis* TEMMINCK & SCHLEGEL

By
Kaoru TAKESUE

It would be of interest to know more of relations of digestive enzymes to different types of alimentary strutcure and the adaptations of digestive enzymes in food-habits.

The present paper deals with the investigation on the change of the digestive enzyme with growth in order to know the relations between the transformation period of their food-habits and the change of the chief digetive enzyme (Amylase, Lipase and Trypsin-like enzyme)in each organ. But, the analysis of the distribution of the carbo-hydrate-splitting enzymes in each part of the digestive organ was done only in adult fish.

The results can be summarized as follows:-amylase could not be detected, but trypsin and lipase was able to recognized at a period of about 4—5cm in body length. It appears that amylase enters their digestive enzyme system when the fish attains to the transforming period the vegetarian. The activity of amylase increased more remarkably than that of the other enzyme groups at their adult stage.

Among those carbohydrate-splitting enzymes, such as, amylase, maltase, glycogenase and invertase which may be distributed in each part of the digestive organs, those of first three were recognized in all parts of organ, stomach, intestine, liver & pancreas and pyloric coeca, and the activities of these enzymes were remarkable at the part of pyloric coeca, on the contrary, invertase could not be detected in any parts of the organ.

アユの養殖は可成り古くから行われているが，主として飼料の問題に関連した飼育上の困難が安定性のある養魚事業への発展を阻む原因の一つとなつて居る様に思われる。そこで本魚の消化機構特にその消化酵素の分布状態を生活史と結びつけて考究することによつて，本魚の養殖に於ける能率的な飼料配合の一基準を作る試みとして本研究を行つた。

アユの成長に伴う食性の変化に就いては，小林（1923～24）[1]は人工孵化した後，80日

* 水産講習所研究業績第105号　1953年10月，日本水産学会中国，四国支部大会(福山)にて発表

間の飼育に於ける消化管中の餌料の変化に就いて，阿部（1933）[2]は海産稚鮎の食性の変化に就いて，更に本魚の天然餌料に就いては殖田・岡田（1934～35）[3,4]石山（未発表）及びその他多数の報告がある。一方消化系の発達と食性の変化に就いては未広（1935）[5]，松井（1938）[6]等の詳細な研究がある。然し消化酵素との関係に就いては未だ報告されたものがない。本魚の如く生活形式と食性が著しく変化する魚では消化酵素も之等の変化に伴つて当然変ることが推察される。そこで既往の文献によつて識つた本魚の各消化器官形成の時期と食性の転換期とに於いて，主要な消化酵素群の発現期及びそれ等の変化の状態を知るために成長に伴う消化酵素系の変化並びにそれ等酵素群の至適作用条件をも調べた。更に成魚となれば専ら植物性食餌に変る習性から，成魚に就いてその消化系各部に分布する炭水化物分解酵素を試験した結果，消化酵素上に顕著な変化が起ることが判つたのでその結果を報告する。

本研究に入る端緒と機会を与えられた本所教授松井魁博士及び石山礼蔵氏に深謝する。本研究をなすに当り親切な御指導と原稿の御校閲を賜つた東京水産大学教授小野豊樹博士に対し，又多くの有益な御教示をいたゞいた東京大学理学部石田寿老博士及び本所藤井実教授，赤築敬一郎氏に対し感謝する。更に材料の採集に当り山口県外海水産試験場の諸氏及び本所西川昇平氏からは多くの御協力をいたゞいたことに対し深く御礼申上げる。

材料及び方法

供試魚はすべて採捕後，直ちに現場で後述の粗資料とした。成長に伴う消化酵素系変化の追跡には，食性の転換期と思われる平均体長約5cmから6cmの材料を山口県仙崎湾で，又9，12，18cmに夫々成長したものを仙崎町音訪川の下，中流で，昭和28年2月20日から全年8月29日の間に5回に亘り採集したものに就いて実験した。酵素試料は内臓全部を取り出して消化管内容物を可及的に除去した後，アセトン・エーテルで処理して脱水・脱脂したもの（粗資料）を実験室に持ち帰り真空デシケーターに3日間放置して充分乾燥し，タイラーの標準篩（100mesh/inch）を通したものを用いた。

消化酵素力の測定は佐々木・小田切（1951）[7]，石田（1936）[8,9]その他の研究者の採用した方法に準じて下記の如く行つた。

アミラーゼ様酵素：1％可溶性澱粉溶液10cc. 酵素試料（以下E. P. と略す）50mgに賦活剤として10％NaCl 溶液5 cc. を入れSörensen1/15M 燐酸塩緩衝液（pH＝6.0）10cc. を加えて31°C，24時間消化した後E. P. を除去するため濾過し，その濾液を100cc. に容量して得た酵素消化稀釈液20cc. に就いて，Bertrand法で還元糖を定量しそれに相当する麦芽糖をmgで表わした。

リパーゼ様酵素：アルカリ精製したオリーブ油5 cc. ，E. P. 50mgに乳化及び賦活剤として20％$CaCl_2$溶液1 cc.，3％アルブミン溶液1 cc. を入れ，5NNH_4Cl・NH_4OH緩衝液（pH＝8.7）10cc. を加え38°C，12時間消化した後，局方アルコール20cc. 及びエーテル10cc. に溶解して1％チモールフタレイン溶液を指示薬として，1/10Nアルコール性KOH溶液で滴定して得た適定数の増加をcc. 数で表わした。

トリプシン様酵素：5％カゼイン溶液5 cc. ，E. P. 50mgにSövensenの1/5M 燐酸塩緩衝液（pH＝7.9）10cc. を加え33°C，24時間消化した後，10％スルホサリチル酸溶液20cc. を加え残余のカゼインを沈澱除去し，濾液を100cc. に容量して得た酵素消化稀釈液20cc. に就いてKjeldahl法により可溶性全窒素を定量しこれをmgで表わした。

成魚の消化系各部に分布するアミラーゼ・マルターゼ・インベルターゼ・グリコゲナーゼの酵素力試験に就いては，それぞれ可溶性澱粉1%溶液10cc.，マルトーゼ1%溶液10cc.，サッカローゼ1%溶液5cc.，グリコーゲン1%溶液10cc.を基質とし，尙アミラーゼ試験のみは賦活剤として10%NaCl溶液10cc.を加えた。更にSörensenの1/15M 燐酸塩緩衝液10cc.（pH=6.0, 6.3, 6.8)*[10]及び消化系各部のE. P. 50mgを作用させ31°C**，48時間消化した後濾過し，その濾液を100cc.に容量して得た酵素消化稀釈液の中，20cc.についてBertrand法で還元糖を定量しそれに相当するCu量をmgで表わした。

尙蒸溜水は全硝子製装置により再蒸溜したものを使用し，消化作用試験中は防腐剤としてトルオール1cc.を加えた。

実　験　結　果

I. 各酵素に対するpHの影響

試料は平均体長12cm群より得たE. P.を使用し，その50mgづつを採り種々のpHに就いて35°Cの恒温器に入れそれらの活力を求めた。その結果アミラーゼ様酵素では6.0—6.1，リパーゼ様酵素では8.7，トリプシン様酵素では7.9を得た（第1表）。

Table 1. Influence of pH on Amylase, Lipase and Trypsin.

Amylase		Lipase		Trypsin	
pH	Activity*	pH	Activity**	pH	Activity***
5.0	11.34	8.3	0.76	7.5	3.47
5.6	18.69	8.5	0.85	7.9	3.55
6.0	21.46	8.7	0.87	8.1	2.32
6.2	19.99	8.9	0.69	8.3	1.29
6.6	17.09	9.2	0.46	8.6	1.26
7.0	14.53				

* Reducing Sugar Cu in mg.
** Titer difference in cc. (1/10N KOH)
*** Soluble Nitrogen in mg.

II. 各酵素に対する温度の影響

各酵素を，それぞれの至適pHに保ち，作用温度20—40°Cの間に種々の温度をとりその活力を求めた結果，アミラーゼ様酵素では30—31°C，リパーゼ様酵素では38°C附近，トリプシン様酵素では33—35°Cを得た（第2表）。

Table 2. Influence of temperature on amylase, lipase and trypsin.

Enzymes temp.°C	Amylase activity*	Lipase activity**	Trypsin activity***
20	14.98	0.56	2.31
30	26.11	0.78	3.16
33	24.82	0.82	3.51
35	22.01	0.84	3.44
38	17.00	0.89	3.09
40	10.26	0.77	2.89

* Reducing Sugar cu in mg.
** Titer difference in cc. (1/10N KOH)
*** Soluble nitrogen in mg.

* 同一酵素でも分泌部分が異なればその至適pHは一定しないためpH区を3つ選び，その活力の最も強い値をもつて比較値とする。
** 石田 (1935)[8]により，かゝる必要がないので，アミラーゼ様酵素の至適温度をそのまゝ採用した。

以上の結果を総括すれば第3表の如くである。

Table 3. Optimum pH and temperature on amylase, lipase and trypsin.

	Amylase	Lipase	Trypsin
Optimum pH	6.0	8.7	7.9
Optimum temp. °C	30—31	38	33—35

III. 成長に伴う消化酵素系の変化

アミラーゼ様酵素：動物性食餌期である平均体長約 5cm のものでは未だ該酵素の存在は認められなかつたが，漸次植物性食餌に移る平均体長 6—9 cm になると該酵素の存在が判然と認められ，更にその後は成長に伴い急勾配で増し，成魚に達すれば断然他の酵素群よりも優位であつた。

リパーゼ様酵素：該酵素は食性の転換期を契機として植物性食餌期に入るとアミラーゼ様酵素とほゞ同勾配で増加して行く事を見た。平均体長 6—9 cm の時代には殆んど増加現象は見られなかつた。

トリプシン様酵素：平均体長 5 cm 時代に既に，可成り強力な存在を示し，その後体長約 10cm に至るまでは急激な増加が見られたが更に食性が漸次変化するにも拘らず成魚になつても殆んど一定の値を示している。

以上3酵素の成長に伴う変化は図1に示し，実験結果は第4表に示した。

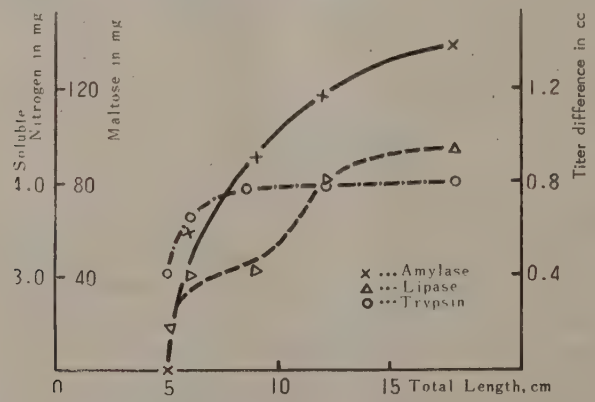


Fig. 1. Showing the change in three digestive enzymes accompanied with growth of the fish, *plecoglossus altivelis*.

Table 4. The change of three enzyme activities in each total length accompanied with growth.

Stage	Total length in cm.	Amylase maltose in mg.	Lipase titer difference in cc.	Trypsin soluble nitrogen in mg.
1	5	—	0.19	3.15
2	6	51.85	0.41	3.71
3	9	89.54	0.47	3.87
4	12	115.85	0.84	3.93
5	18	136.23	0.93	3.98
Control*		—	19.39	0.11

*Stage 4. boiled for 10 mins.

IV. 成魚の各消化器官に分布する炭水化物分解酵素

各消化器官共，各炭水化物分解酵素の活力はアミラーゼ，マルターゼ，グリコゲナーゼの順であつた。3酵素共消化系各部に分布しているのに反して，インベルターゼは消化系各部に亘り認められなかつた。分布の状態は幽門垂の部分で著しく，他の部分の約2倍をボし，胃の部分と腸の部分では前者が稍々強力であつた事は3酵素に就いて共通である（第5表）。アユの消化系各部に分布する炭水化物分解酵素の作用力はpHが6.0—6.8の範囲では，どれも著しい差は認められなかつた。哺乳動物と異り魚類一般に適応される事であるが，本魚の場合も亦アミラーゼ，マルターゼは共に腸の部分よりも膵臓の部分に多く含まれていた。

Table 5. Distribution of the carbohydrate-splitting enzymes in the digestive systems of the adult fishes.

	Amylase cu in mg.	Maltase cu in mg.	Invertase cu in mg.	Glycogenase cu in mg.
Stomach	34.22	19.32	—	9.75
Intestine	30.64	19.01	—	9.23
Liver pancreas	40.29	21.79	—	25.15
Pyloric coeca	75.02	37.92	—	38.00

考　　察

アユの食性から考え，体長 5cm 程度迄はアミラーゼ様酵素の存在は見られず，該酵素の発現期が植物性食餌に転移する体長約 6—9cm にあることは本魚の食性と良く対応して居り，而も食性が変化するこの時期に成長すると急激に，可成り著明に認められることから該酵素は適応酵素と考えられるが然し，末広（1935）は体長 1—2cm 時期に短期間ではあるが Halosphaeraの如き微細な浮遊性植物を捕食する事実を指摘している。又石山（未発表）は琵琶湖産稚鮎の食餌に就いて体長0.5cm時期に Copepoda の如き動物性食餌を捕食する事実を指摘している。これらの事実からすれば，極めて幼期にどの様な酵素が発現し，又それらの酵素が体長 5cm に達するまでにどの様な消長をするかは興味深いことであるのみならず本魚の養殖上最も困難な孵化後約3ケ月間の稚魚時代の飼育に於ける重要な課題である。

アユの消化管は主として植物性餌料を摂る魚にしては比較的短かい様である。従つて強力な分解酵素が存在しなくては消化作用を円滑に行う事は出来難い様に思惟される。松井（1938）は成魚型に達すると，食性に適応して歯系の退化に伴ない鰓耙及び舌唇が発達し，これと同時に口腔内の粘液細胞が増加し，定着性餌料特に植物性餌料の摂取消化に都合よくなる事実を指摘している。本実験の結果，最初の消化器官である胃の部分に比較的強力な分解酵素が存在し，次いで幽門垂の部分は極めて強力な分解酵素が存在し彼等の食性に適応した現象を呈している。斯様に消化作用の出発点である口腔内から胃・幽門垂の部分えと逐次食性に適応した変化現象が見られる。既往の研究によれば魚種によつては，胃の部分にマルターゼ・グリコゲナーゼ等が存在することがあるが，これに就いては恐らくは肝臓或は膵臓の分泌腺に由来するものであらうと推論されている[14]。然し本魚では胃の部分と肝臓—膵臓の部分では該各酵素共にその作用力がほゞ等しい事から，胃の部分に分布する該酵素の総てが肝臓—膵臓の分泌腺に由来されているものとは考えられない。胃そのものに何等かの機能があるのではなからうか。胃の組織学的観察については目下研究中である。

アユの養殖は各地で行われているが，それらの給与餌料の配合に於いて，以上の実験結果か

ら魚体の成長に伴なつてその栄養素の配合率に尚一層の考慮を要する様に思われる。従来の記録によると[11-13]，体長 5－7 cm時期に全然炭水化物を与えず蛋白，脂肪のみで飼育していることはこの時期には未だアミラーゼ様酵素が極めて弱いので，飼料の高度利用から観ると好ましいが，成魚に達すれば本実験結果から当然相当量の炭水化物を給与すべきだと考える。然るに成魚に達した後は増肉の根源を炭水化物に主として依存させる可きであるのに依然として蛋白・脂肪のみに仰いでいる事実は改良すべきではないかと思う。

要　　約

アユの食性の転換に伴う，主要な消化酵素の変化を知り養鮎事業の給与飼料配合の一基準を作る目的で成長に伴う酵素系の変化を調べた。又成魚では消化系各部に就いて炭水化物分解酵素の分布を見た。

体長約 5 cmではトリプシン及びリパーゼ様酵素は認められたが，未だアミラーゼ様酵素は検出されなかつた。植物性食餌に移る体長約 6－9 cmになつて初めてアミラーゼの出現を見た。成魚の消化系各部に分布する炭水化物分解酵素の中，アミラーゼ・マルターゼ・グリコゲナーゼは消化器官の全部に分布し，特に幽門垂の部分で著しかつた。胃の部分に多くの炭水化物分解酵素が分布し短い消化管（腸管）の機能を補つている。此に反しインベルターゼは消化管全部に全然検出されなかつた。故に成魚の消化作用は主としてアミラーゼ・マルターゼ・グリコゲナーゼ等によるものと推察される。以上の結果に基いて従来の養鮎試験の飼料配合率についての不備な点を指摘した。

引　用　文　献

1) 小林彦四郎：1923～1924. 鮎卵の発生と稚魚飼育とに就て (1～3)，水研誌，**18** (7)，335～340；**20** (6)，197～207；**20** (7)，232～342.
2) 阿部　圭：1933. 鮎，大日本水産会.
3) 殖田三郎・岡田喜一：1934. アユの天然餌料に関する研究 (1)，日本水産学会誌，**2** (5)，241～245.
4) 〃　〃：1935. アユの天然餌料に関する研究 (2～3)，日本水産学会誌，**3** (5)，275～280；**4** (4)，233～238.
5) 末広恭雄：1935. 魚類の消化系の発達と食性の変化に就て(予報)，動物学雑誌，**47**(560)，349～352.
6) 松井　魁：1938. 鮎の消化系の発達と食性との関係，水研誌，**33** (10)，1～13.
7) 佐々木林治郎・小田切敏：1951. 魚類内臓酵素の利用に関する研究 (1)，各種魚類内臓の酵素力に就て，日本農芸化学会誌，**24** (8)，271，350～352.
8) 石田寿老：1935. 魚類 Amylase の最適温度について，動物学雑誌，**47** (565)，717～728.
9) 〃：1935. 消化系及消化酵素より見たるブダヒの摂食性，動物学雑誌，**47**(564)，694～701.
10) 大谷武夫・中井甚二郎：1937. ヒメマスの蛋白消化酵素に就いて，日本水産学会誌，**9** (1)，45.
11) 静岡県水産試験場：1934～1935. 浜名湖産小鮎利用試験，静岡水試事業報告，31～32，166.
12) 石川久治：1936. 副業としての池中養鮎法，福岡水試特別報告，**2**，1～27.
13) 石川久治・千葉茂：1939. 稚鮎一坪飼育法 (1)，各種配合飼料比較試験，福岡水試時報，**2**，167～173.
14) 富山哲夫：1940. 飼料，酵素化学工業全集，厚生閣.

昭和29年3月25日 印刷　下関市吉見永田本町1944番地
昭和29年3月30日 発行　農林省水産講習所

下関市長崎町2281番地　下関市長崎町2281番地
印刷者 藤田永之進　印刷所 瞬報社写真印刷株式会社

PRINTED BY SHUMPOSHA Co. Ltd.
SHIMONOSEKI, JAPAN